

CONFORTO E QUALIDADE AMBIENTAL NA UTILIZAÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES EM PORTUGAL

Dissertação apresentada com vista à
obtenção do grau de Doutor na área de
Ciências do Desporto pela Faculdade
de Desporto da Universidade do Porto,
ao abrigo do Decreto-Lei 74/2006, de 24
de Março.

Orientador: Professor Doutor António de Oliveira de Carvalho

Co-Orientador: Professor Doutor José Pedro Sarmento Rebocho Lopes

Carla Cristina da Silva Barreira
Porto, Janeiro de 2012

Barreira, C. C. S. (2012). *Conforto e qualidade ambiental na utilização de Parques Desportivos Escolares em Portugal*. Porto: C. C. S. Barreira. Dissertação de Doutoramento em Ciências do Desporto apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES, CONFORTO E QUALIDADE, ACÚSTICA, HIGROTÉRMICA, LUMINOSIDADE.

À Palmira por ter sido quem foi

**Aos meus pais e irmã
...principalmente, a ti mãe, por estares sempre presente**

**Ao Humberto, pelo amor, carinho e paciência
demonstrados nos bons e maus momentos**

**A ti João, pela minha ausência,
o meu amor por ti é incondicional**

AGRADECIMENTOS

Esta longa caminhada, não teria sido terminada sem o apoio, incentivo, colaboração e amizade de algumas pessoas ao qual é dedicado este espaço perpetuando a minha gratidão, a todos um obrigado muito especial:

Ao Professor Dr. António Pedro Oliveira de Carvalho pela amizade, incentivo, paciência, disponibilidade, atenção e apoio manifestado ao longo destes anos. A forma como acompanhou este árduo e tortuoso percurso permitiu-me enriquecer a nível científico.

Ao Professor Dr. Pedro Sarmento por todo o apoio, simpatia demonstrados e pela forma como me incentivou a terminar este trabalho.

Ao Professor Dr. Luís Cunha pelo apoio e disponibilidade prestados na formulação do estudo social e na cedência de material para auxílio a este estudo.

Aos Professores Dr. Pedro Mortágua, Dr. Teixeira Homem e ao Mestre Rui Nazário pelo apoio e disponibilidade na elaboração do estudo social.

Aos Diretores, Professores de Educação Física e Auxiliares de Ação Educativa que disponibilizaram as suas instalações e se prontificaram a colaborar neste estudo, tornando possível a sua realização. Um obrigado muito especial pela disponibilidade e atenção com que me receberam.

Ao Mestre Engenheiro Eduardo Costa um agradecimento muito especial pela sua disponibilidade, apoio, incentivo e conversas que permitiram posteriores reflexões, enriquecendo este trabalho.

Ao Laboratório de Acústica da FEUP pela cedência do material permitindo a realização desta investigação.

Ao Dr. Eduardo Leal por todo o conhecimento, atenção, apoio e simpatia transmitido na realização do tratamento estatístico exaustivo.

À Catarina Neves pelo seu carinho, amizade e apoio no tratamento estatístico do estudo social.

Ao Professor Doutor Gabriel Rodriguez Romo pelo envio de documentação importante para complemento deste estudo.

Ao Mestre Manuel Resende pela amizade construída, apoio, incentivo e conversas produtivas que permitiram enriquecer este trabalho.

À Direção, Secretaria (especialmente à D^a Edite e Sr.^o Pedro), aos meus colegas de profissão (principalmente à Paula Vizinho e Manuela Fernandes) e Auxiliares da Ação Educativa, do Agrupamento de Escolas de Eixo pelo acolhimento, amizade, carinho e disponibilidade demonstrados ao longo destes anos.

Às amigas do peito, Carla e Gorete pelo carinho, amizade, força, incentivo e momentos de convívio.

A ti Primo Ricardo, pelo carinho, disponibilidade e pesquisa realizada para este estudo.

Aos meus sogros pelo carinho e apoio incondicional demonstrado ao longo destes anos.

Ao meu cunhado Pedro pelo apoio prestado na tese.

A todas as pessoas cuja participação, direta ou indireta, tenha sido decisiva para a realização do trabalho, quero manifestar o meu sincero agradecimento.

Por fim, às pessoas mais importantes da minha vida, os meus Pais, a minha Irmã e os meus dois amores. Obrigado pelo amor e apoio incondicional.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	V
ÍNDICE GERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE QUADROS	XIX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XXIX
RESUMO	XXXI
ABSTRACT	XXXIII
ABREVIATURAS	XXXV
INTRODUÇÃO	1
1. ESTADO DA ARTE	11
1.1. PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES E CONFORTO	11
1.1.1. <i>Conceito de Instalações Desportivas/Parques Desportivos Escolares</i>	16
1.1.2. <i>Conceito de qualidade nos parques desportivos escolares</i>	23
1.1.3. <i>Conceito de conforto nos parques desportivos escolares</i>	29
1.1.4. <i>Parâmetros de conforto ambiental em parques desportivos escolares</i>	33
1.1.5. <i>Recomendações e Disposições Regulamentares</i>	60
1.1.6. <i>Conclusões para apoio ao projeto</i>	82
2. METODOLOGIA.....	85
2.1. SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	85
2.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	86
2.2.1. <i>Considerações gerais da amostra</i>	92
2.2.2. <i>Caracterização Geométrica da Amostra</i>	102
2.3. PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO	106
2.3.1. <i>Descrição</i>	106
2.3.2. <i>Parâmetros Acústicos</i>	106
2.3.3. <i>Parâmetros higrotérmicos</i>	110
2.3.4. <i>Parâmetros de luminosidade</i>	111
2.4. PROCESSO DE MEDIÇÃO	112
2.4.1. <i>Parâmetros Acústicos</i>	112
2.4.2. <i>Parâmetros higrotérmicos</i>	120
2.4.3. <i>Parâmetros de iluminação</i>	122
2.4.4. <i>Parâmetros geométricos</i>	124

3.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	125
3.1.	PREÂMBULO.....	125
3.2.	DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS	126
3.2.1.	<i>Parâmetros Acústicos nas instalações desportivas escolares.....</i>	<i>127</i>
3.2.2.	<i>Parâmetros Higrotérmicos nas instalações desportivas escolares</i>	<i>162</i>
3.2.3.	<i>Parâmetros de Luminosidade nas instalações desportivas escolares.....</i>	<i>187</i>
3.3.	INFERÊNCIA ESTATÍSTICA	208
3.3.1.	<i>Parâmetros Acústicos nas instalações desportivas escolares.....</i>	<i>211</i>
3.3.2.	<i>Parâmetros Higrotérmicos nas instalações desportivas escolares</i>	<i>226</i>
3.3.3.	<i>Parâmetros de Luminosidade nas instalações desportivas escolares.....</i>	<i>238</i>
3.3.4.	<i>Conclusões da inferência estatística</i>	<i>246</i>
3.4.	ANÁLISE BIVARIADA	249
3.4.1.	<i>Descrição</i>	<i>249</i>
3.4.2.	<i>Melhores correlações simples, relação entre parâmetros acústicos, higrotérmicos, de luminosidade e arquitetónicos.....</i>	<i>251</i>
3.4.3.	<i>Melhores correlações simples, relação entre os parâmetros acústicos.....</i>	<i>253</i>
3.4.4.	<i>Melhores correlações simples, relação entre os parâmetros higrotérmicos</i>	<i>259</i>
3.4.5.	<i>Melhores correlações simples, relação entre os parâmetros de luminosidade (Iluminação Natural e Iluminação Artificial).....</i>	<i>263</i>
3.4.6.	<i>Melhores correlações simples, relação entre os parâmetros geométricos.....</i>	<i>265</i>
3.5.	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	266
3.6.	REGRESSÃO MÚLTIPLA	269
3.6.1.	<i>RASTI.....</i>	<i>269</i>
3.6.2.	<i>Tempo de Reverberação</i>	<i>272</i>
3.6.3.	<i>Estimação</i>	<i>274</i>
3.7.	GRUPOS ENTRE OS SUJEITOS	276
4.	PERCEÇÃO DO CONFORTO E DA QUALIDADE AMBIENTAL - ESTUDO SOCIAL	279
4.1.	INTRODUÇÃO.....	279
4.2.	METODOLOGIA DO ESTUDO SOCIAL	282
4.2.1.	<i>PREÂMBULO</i>	<i>282</i>
4.2.2.	<i>Instrumento de medida</i>	<i>283</i>
4.2.3.	<i>Caracterização da amostra.....</i>	<i>284</i>
4.3.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	287
4.3.1.	<i>Preâmbulo</i>	<i>287</i>
4.3.2.	<i>Caracterização da qualidade e do conforto ambiental.....</i>	<i>287</i>
4.3.3.	<i>Caracterização do parâmetro acústico (ruído)</i>	<i>292</i>
4.3.4.	<i>Caracterização do parâmetro ventilação (qualidade do ar interior)</i>	<i>300</i>

4.3.5.	<i>Caracterização do parâmetro térmica (temperatura interior)</i>	302
4.3.6.	<i>Caracterização do parâmetro humidade relativa (humidade interior)</i>	303
4.3.7.	<i>Caracterização do parâmetro iluminação natural (insolação)</i>	305
4.3.8.	<i>Caracterização do parâmetro iluminação artificial (lâmpadas)</i>	307
4.3.9.	<i>Caracterização do parâmetro pisos desportivos (revestimento)</i>	309
4.3.10.	<i>Caracterização do parâmetro acessibilidades</i>	312
4.4.	CONCLUSÕES	313
4.4.1.	<i>Caracterização do parâmetro acústico (ruído)</i>	314
4.4.2.	<i>Caracterização do parâmetro ventilação (qualidade do ar interior)</i>	317
4.4.3.	<i>Caracterização do parâmetro térmica (temperatura interior)</i>	317
4.4.4.	<i>Caracterização do parâmetro humidade relativa (humidade interior)</i>	317
4.4.5.	<i>Caracterização do parâmetro iluminação natural (insolação)</i>	318
4.4.6.	<i>Caracterização do parâmetro iluminação artificial (lâmpadas)</i>	319
4.4.7.	<i>Caracterização do parâmetro pisos desportivos (revestimento)</i>	319
4.4.8.	<i>Caracterização do parâmetro acessibilidades</i>	320
5.	METODOLOGIA MULTICRITÉRIO PARA DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL EM PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	321
5.1.	INTRODUÇÃO	321
5.2.	MÉTODO MULTICRITÉRIO	323
5.2.1.	<i>Definição</i>	323
5.2.2.	<i>Conceitos e considerações teóricas</i>	324
5.2.3.	<i>Modelo geral do problema</i>	325
5.2.4.	<i>Principais etapas do método</i>	326
5.3.	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	328
5.3.1.	<i>Seleção da amostra</i>	328
5.3.2.	<i>MultiCritério como método de análise e comparação dos Parâmetros de Conforto Ambiental em Parques Desportivos Escolares</i>	329
5.3.3.	<i>Considerações na aplicação do Método MultiCritério</i>	334
5.3.4.	<i>Índice de Conforto Global</i>	354
6.	CARACTERIZAÇÃO DO CASO PARTICULAR – PARQUE DESPORTIVO ESCOLAR DE EIXO	369
6.1.	PREÂMBULO	369
6.2.	ANÁLISE DOS PARÂMETROS ACÚSTICOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO	369
6.2.1.	<i>Ruído proveniente das aulas de educação física</i>	370
6.2.2.	<i>Ruído de fundo</i>	371
6.2.3.	<i>Tempo de reverberação</i>	371
6.2.4.	<i>RASTI - inteligibilidade da palavra</i>	372
6.2.5.	<i>Conforto global acústico do parque desportivo escolar de eixo</i>	373

6.2.6.	<i>Propostas para a reabilitação do parque desportivo de eixo</i>	<i>375</i>
6.3.	PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO	379
6.3.1.	<i>Ventilação ao nível das janelas e da altura média das pessoas</i>	<i>379</i>
6.3.2.	<i>Temperatura exterior e interior</i>	<i>379</i>
6.3.3.	<i>Humidade relativa exterior e interior</i>	<i>380</i>
6.3.4.	<i>Conforto global higrotérmico do parque desportivo escolar de eixo.....</i>	<i>381</i>
6.3.5.	<i>Propostas para a reabilitação do parque desportivo de eixo</i>	<i>382</i>
6.4.	ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO	384
6.4.1.	<i>Iluminação natural</i>	<i>384</i>
6.4.2.	<i>Iluminação artificial</i>	<i>384</i>
6.4.3.	<i>Conforto global de luminosidade do parque desportivo escolar de eixo</i>	<i>385</i>
6.4.4.	<i>Propostas para a reabilitação do parque desportivo de eixo</i>	<i>386</i>
CONCLUSÕES		389
DESENVOLVIMENTOS FUTUROS		395
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		397
ANEXO 1		409
ANEXO 2		415
ANEXO 3		425

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES.....	91
FIGURA 2.2 – EXTERIOR DA ESCOLA BÁSICA DE ALBERGARIA-A-VELHA (ENTRADA PRINCIPAL) (ESCOLA N.º 17).....	92
FIGURA 2.3 – EXTERIOR DA ESCOLA BÁSICA DE ALBERGARIA-A-VELHA (TRASEIRAS). (ESCOLA N.º 17).....	92
FIGURA 2.4 – INTERIOR DO PAVILHÃO DA ESCOLA BÁSICA DO 2º E 3º CICLO DE MACEDA – OVAR. (ESCOLA N.º 42).....	93
FIGURA 2.5 – INTERIOR DA SALA DE DESPORTO DA ESCOLA BÁSICA INTEGRADA DE EIXO – AVEIRO. (ESCOLA N.º 8).	93
FIGURA 2.6 – PLANTA DO PARQUE DESPORTIVO DA ESCOLA BÁSICA INTEGRADA DE EIXO – AVEIRO (ESCOLA N.º 8).	94
FIGURA 2.7 – EXTERIOR DA ESCOLA SECUNDÁRIA DE ALBERGARIA-A-VELHA (ESCOLA N.º 18).	94
FIGURA 2.8 – EXTERIOR DA ESCOLA SECUNDÁRIA DE ALBERGARIA-A-VELHA (ESCOLA N.º 18).	95
FIGURA 2.9 – INTERIOR DA ESCOLA 2º E 3º CICLO FLORBELA ESPANCA – ESMORIZ. (ESCOLA N.º 40).	95
FIGURA 2.10 – PLANTA DA ESCOLA SECUNDÁRIA DE ALBERGARIA-A-VELHA (ESCOLA N.º 18).....	96
FIGURA 2.11 – EXTERIOR DA ESCOLA SECUNDÁRIA DE ESMORIZ (ESCOLA N.º 44).	96
FIGURA 2.12 – EXTERIOR DA ESCOLA SECUNDÁRIA DE ESMORIZ (ESCOLA N.º 44).	97
FIGURA 2.13 – INTERIOR DA ESCOLA SECUNDÁRIA DE ESMORIZ (ESCOLA N.º 44).....	97
FIGURA 2.14 – PLANTA DA ESCOLA SECUNDÁRIA DE ESTARREJA (ESCOLA N.º 21).	98
FIGURA 2.15 – EXTERIOR DA ESCOLA BÁSICA INTEGRADA/JI DA TORREIRA (ESCOLA N.º 26).	98
FIGURA 2.16 – EXTERIOR DA ESCOLA BÁSICA INTEGRADA/JI DA TORREIRA (ESCOLA N.º 26).	99
FIGURA 2.17 – INTERIOR DO PAVILHÃO DA ESCOLA BÁSICA 2º E 3º CICLO DE ARADAS (ESCOLA N.º 9).....	99
FIGURA 2.18 – INTERIOR DO PAVILHÃO DA ESCOLA BÁSICA 2º E 3º CICLO DE ARADAS (ESCOLA N.º 9).....	100
FIGURA 2.19 – INTERIOR DA SALA DE DESPORTO DA ESCOLA PROFESSOR ARTUR NUNES VIDAL – FERMENTELOS (ESCOLA N.º 31).	100
FIGURA 2.20 – PLANTA DO PARQUE DESPORTIVO DA ESCOLA BÁSICA 2º E 3º CICLO DE ARADAS (ESCOLA N.º 9).....	101
FIGURA 2.21 – INTERIOR DO GINÁSIO ANTIGO DA ES/3 DR. MÁRIO SACRAMENTO, GLÓRIA. (ESCOLA N.º 3).	101
FIGURA 2.22 – ES HOMEM CRISTO, GLÓRIA. (ESCOLA N.º 4).....	102
FIGURA 2.23 – SONÓMETRO B&K 2260	113
FIGURA 2.24 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NOS PAVILHÕES PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO L_{Aeq}	114
FIGURA 2.25 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NAS SALAS DE DESPORTO PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO L_{Aeq} (EM CONTEXTO DE AULA, COM OCUPAÇÃO).....	114
FIGURA 2.26 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NOS PAVILHÕES PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO L_{Aeq}	114
FIGURA 2.27 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NAS SALAS DE DESPORTO PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO L_{Aeq} (RUÍDO DE FUNDO, SEM OCUPAÇÃO).	114
FIGURA 2.28 – FONTE SONORA B&K 4224.....	115
FIGURA 2.29 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO E DA FONTE SONORA (FS) NOS PAVILHÕES PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR).....	117
FIGURA 2.30 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO E DA FONTE SONORA (FS) NAS SALAS DE DESPORTO PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR).....	117
FIGURA 2.31 – FONTE SONORA DO RASTI B&K	117

FIGURA 2.32 – PORMENOR DO EMISSOR – B&K 4225	117
FIGURA 2.33 – RECETOR DO <i>RASTI</i> B&K	118
FIGURA 2.34 – PORMENOR DO RECETOR – B&K 4419	118
FIGURA 2.35 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO E DA FONTE SONORA (FS) NOS PAVILHÕES (40 A 45 M) PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA).	119
FIGURA 2.36 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO E DA FONTE SONORA (FS) NOS PAVILHÕES (30 M) PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA).	119
FIGURA 2.37 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO E DA FONTE SONORA (FS) NAS SALAS DE DESPORTO PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA).	119
FIGURA 2.38 – MULTIFUNÇÕES - <i>TESTO 435</i> COM SONDA TÉRMICA	120
FIGURA 2.39 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NOS PAVILHÕES PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO VENTILAÇÃO (M/s).	121
FIGURA 2.40 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NAS SALAS DE DESPORTO PARA A DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO	121
FIGURA 2.41 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NOS PAVILHÕES E SALAS DE DESPORTO PARA A DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS TEMPERATURA (°C) E HUMIDADE RELATIVA (%).	121
FIGURA 2.42 - MULTIFUNÇÕES - <i>TESTO 435</i> COM SONDA DE ILUMINAÇÃO (LUX)	122
FIGURA 2.43 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO NOS PAVILHÕES E SALAS DE DESPORTO PARA A DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA DE ILUMINAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL.	123
FIGURA 2.44 – MEDIDOR DE DISTÂNCIAS – <i>BOSCH DLE 40</i>	124
FIGURA 3.1 - LEGENDA DO DIAGRAMA DE EXTREMOS E QUARTIS	126
FIGURA 3.2 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	128
FIGURA 3.3 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), NOS 43 PAVILHÕES.	131
FIGURA 3.4 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO LA_{eq} (RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	133
FIGURA 3.5 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), NAS 25 SALAS DE DESPORTO	135
FIGURA 3.6 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq_RF} (RUÍDO DE FUNDO), NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	138
FIGURA 3.7 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO LA_{eq_RF} (RUÍDO DE FUNDO), NOS 43 PAVILHÕES.	141
FIGURA 3.8 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq_RF} (RUÍDO DE FUNDO), NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	143
FIGURA 3.9 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq_RF} (RUÍDO DE FUNDO), NAS 25 SALAS DE DESPORTO	145
FIGURA 3.10 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>TR</i> (s) (TEMPO DE REVERBERAÇÃO) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (PAVILHÕES MAIS SALAS DE DESPORTO)	148
FIGURA 3.11 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>TR</i> (s) (TEMPO DE REVERBERAÇÃO) NOS PAVILHÕES	150

FIGURA 3.12 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>TR</i> (s) (TEMPO DE REVERBERAÇÃO) NAS SALAS DE DESPORTO	152
FIGURA 3.13 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NOS CINQUENTA PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	154
FIGURA 3.14 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NOS 43 PAVILHÕES	157
FIGURA 3.15 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	158
FIGURA 3.16 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NAS 25 SALAS DE DESPORTO	161
FIGURA 3.17 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO NO SOLO (<i>M/s</i>) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	163
FIGURA 3.18 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO NO SOLO (<i>M/s</i>) NOS 43 PAVILHÕES	165
FIGURA 3.19 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO NO SOLO (<i>M/s</i>) NAS 25 SALAS DE DESPORTO	167
FIGURA 3.20 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	168
FIGURA 3.21 - VALORES MÉDIOS OBTIDOS NOS 43 PAVILHÕES PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA (°C), COMPARANDO A TEMPERATURA INTERIOR (°C) COM A TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	171
FIGURA 3.22 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NOS 43 PAVILHÕES	172
FIGURA 3.23 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	173
FIGURA 3.24 - VALORES MÉDIOS OBTIDOS NAS 25 SALAS DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA (°C), COMPARANDO A TEMPERATURA INTERIOR (°C) COM A TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	175
FIGURA 3.25 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NAS 25 SALAS DE DESPORTO	176
FIGURA 3.26 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	179
FIGURA 3.27 - VALORES MÉDIOS OBTIDOS NOS 43 PAVILHÕES PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA (%), COMPARANDO A HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) COM A HUMIDADE RELATIVA EXTERIOR (%)	181
FIGURA 3.28 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NOS 43 PAVILHÕES	182
FIGURA 3.29 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	183
FIGURA 3.30 - VALORES MÉDIOS OBTIDOS NAS 25 SALAS DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA (%), COMPARANDO A HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) COM A HUMIDADE RELATIVA EXTERIOR (%)	185
FIGURA 3.31 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NAS 25 SALAS DE DESPORTO	186
FIGURA 3.32 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	190
FIGURA 3.33 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NOS 43 PAVILHÕES	193
FIGURA 3.34 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	195

FIGURA 3.35 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NAS 25 SALAS DE DESPORTO ...	197
FIGURA 3.36 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NOS CINQUENTA PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	199
FIGURA 3.37 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NOS 43 PAVILHÕES.....	201
FIGURA 3.38 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO.....	203
FIGURA 3.39 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NAS 25 SALAS DE DESPORTO ..	205
FIGURA 3.40 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NOS 43 PAVILHÕES.	207
FIGURA 3.41 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NAS 25 SALAS DE DESPORTO.....	208
FIGURA 3.42 – REPRESENTAÇÃO DA REGIÃO CRÍTICA.....	209
FIGURA 3.43- LEGENDA DO GRÁFICO TIPO NA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA.....	210
FIGURA 3.44– ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PDE	212
FIGURA 3.45 – ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES.....	213
FIGURA 3.46 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO	214
FIGURA 3.47 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	216
FIGURA 3.48 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES	217
FIGURA 3.49 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO	218
FIGURA 3.50 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 14 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	219
FIGURA 3.51 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 8 PAVILHÕES.....	220
FIGURA 3.52 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 6 SALAS DE DESPORTO	221
FIGURA 3.53 – ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES.....	223
FIGURA 3.54 – – ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES.....	224
FIGURA 3.55 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO	225
FIGURA 3.56 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	227
FIGURA 3.57 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES	228
FIGURA 3.58 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO	229
FIGURA 3.59 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	231
FIGURA 3.60 ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES	232
FIGURA 3.61 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO	233
FIGURA 3.62 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	235
FIGURA 3.63 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES	236
FIGURA 3.64 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO	237
FIGURA 3.65 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	239
FIGURA 3.66 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES	240
FIGURA 3.67 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO	242
FIGURA 3.68 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	243

FIGURA 3.69 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS 43 PAVILHÕES	244
FIGURA 3.70 - ANÁLISE GRÁFICA DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NAS 25 SALAS DE DESPORTO.....	245
FIGURA 3.71 – MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO L_{Aeq} (dB) E OCUPAÇÃO NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES ESTUDADOS.	254
FIGURA 3.72 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO L_{Aeq} (dB) E OCUPAÇÃO NOS 43 PAVILHÕES E NAS 25 SALAS DE DESPORTO.	254
FIGURA 3.73 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO L_{Aeq} (dB) E N.º DE TURMAS NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES ESTUDADOS.	255
FIGURA 3.74 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO L_{Aeq} (dB) E N.º DE TURMAS NOS 43 PAVILHÕES E NAS 25 SALAS DE DESPORTO.....	256
FIGURA 3.75 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO RASTI E TR NOS 14 PDE.	258
FIGURA 3.76 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO RASTI E TR NOS 8 PAVILHÕES E NAS 6 SALAS DE DESPORTO.....	259
FIGURA 3.77 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA INTERIOR (°C) E OS VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA EXTERIOR (°C) NOS 50 PDE.....	260
FIGURA 3.78 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA INTERIOR (°C) E OS VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA EXTERIOR (°C) NOS 43 PAVILHÕES E NAS 25 SALAS DE DESPORTO.....	261
FIGURA 3.79 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DA HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) E OS VALORES MÉDIOS DA HUMIDADE RELATIVA EXTERIOR (%) NOS 50 PDE.....	262
FIGURA 3.80 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DA HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) E OS VALORES MÉDIOS DA HUMIDADE RELATIVA EXTERIOR (%) NOS 43 PAVILHÕES E NAS 25 SALAS DE DESPORTO.	263
FIGURA 3.81 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DA ILUMINAÇÃO NATURAL (LUX) E OS VALORES MÉDIOS DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (LUX) NOS 43 PAVILHÕES E NAS 25 SALAS DE DESPORTO.	264
FIGURA 3.82 - MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO VOLUME (m^3) E OS VALORES MÉDIOS DO TR (s) NOS 14 PDE.....	265
FIGURA 3.83- MELHOR CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DO VOLUME (m^3) E OS VALORES MÉDIOS DO TR (s) NOS 8 PAVILHÕES E 6 SALAS DE DESPORTO.	266
FIGURA 4.1 – VALORES E PERCENTAGEM REPRESENTATIVOS DO SEXO DOS INQUIRIDOS	285
FIGURA 4.2– VALORES E PERCENTAGEM REPRESENTATIVOS DA IDADE DOS INQUIRIDOS.....	285
FIGURA 4.3 – VALORES E PERCENTAGEM REPRESENTATIVOS DO TEMPO DE SERVIÇO, EM ANOS, DESDE O INÍCIO DE CARREIRA	286
FIGURA 4.4– VALORES E PERCENTAGEM REPRESENTATIVOS DO TEMPO DE SERVIÇO, EM ANOS, NA MESMA ESCOLA	286
FIGURA 4.5– VALORES E PERCENTAGEM REPRESENTATIVOS DO NÚMERO MÉDIO DE HORAS DE TRABALHO, NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA.....	287
FIGURA 4.6 – VALORES E PERCENTAGEM OBTIDOS DO GRAU DE DESCONFORTO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA	288
FIGURA 4.7– ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO GRAU DE EXAUSTÃO APÓS USO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA.....	289

FIGURA 4.8 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO PARÂMETRO CONSIDERADO MAIS IMPORTANTE, PARA A QUALIDADE GLOBAL DO ESPAÇO.....	290
FIGURA 4.9 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS RELATIVAS AO PARÂMETRO A MUDAR NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA	290
FIGURA 4.10 – GASTOS ECONÓMICOS DEVIDOS A PROBLEMAS DE SAÚDE	291
FIGURA 4.11 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO NÍVEL OU NÍVEIS EM QUE EXISTIRAM GASTOS ECONÓMICOS	291
FIGURA 4.12 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO GRAU DE INCÓMODO/PERTURBAÇÃO DO RUÍDO NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA.....	292
FIGURA 4.13 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À ALTURA DO DIA EM QUE O RUÍDO É INSUPORTÁVEL	293
FIGURA 4.14 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO FATOR QUE CONTRIBUÍ PARA A EXISTÊNCIA DO RUÍDO NA INSTALAÇÃO	294
FIGURA 4.15 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO NÍVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO PARA QUE A VOZ SEJA OUVIDA POR TODOS	295
FIGURA 4.16 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO GRAU DE AUDIÇÃO E PERCETIBILIDADE DA VOZ DE UMA PESSOA A UMA DISTÂNCIA DE 2 METROS.....	296
FIGURA 4.17 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO RUÍDO EXTERNO MAIS INCÓMODO/PERTURBADOR	297
FIGURA 4.18 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO RUÍDO INTERNO MAIS INCÓMODO/PERTURBADOR	297
FIGURA 4.19 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO GRAU DE PERMANÊNCIA DO SOM DENTRO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA.....	298
FIGURA 4.20 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS ÀS ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS/EFEITOS NEGATIVOS SENTIDOS NA EXECUÇÃO DAS TAREFAS.....	299
FIGURA 4.21 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À QUALIDADE DE AR PURO (NOVO) INTRODUIDO NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, É SUFICIENTE OU NÃO.	300
FIGURA 4.22 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS RELATIVAS À EXISTÊNCIA DE POLUENTES NO AR.	301
FIGURA 4.23 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO GRAU DE INCÓMODO/DESCONFORTO CAUSADO PELAS CORRENTES DE AR.....	301
FIGURA 4.24 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À TEMPERATURA DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NOS MESES MAIS QUENTES.	302
FIGURA 4.25 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À TEMPERATURA DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NOS MESES MAIS FRIOS.....	302
FIGURA 4.26 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À HUMIDADE INTERIOR DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NOS MESES MAIS QUENTES.....	303
FIGURA 4.27 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À HUMIDADE INTERIOR DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NOS MESES MAIS FRIOS	304

FIGURA 4.28 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO INCÓMODO/PERTURBAÇÕES AO NÍVEL FISIOLÓGICO	305
FIGURA 4.29 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À DISTRIBUIÇÃO UNIFORME DOS RAIOS SOLARES ...	306
FIGURA 4.30 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AOS CONTRASTES DE LUMINOSIDADE.....	307
FIGURA 4.31 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À REPARTIÇÃO REGULAR DA LUZ ARTIFICIAL.....	308
FIGURA 4.32 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À INSTABILIDADE E MÁ QUALIDADE DA LUZ	309
FIGURA 4.33 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO GRAU DE PERCEÇÃO DOS OBJETOS E DAS LINHAS	309
FIGURA 4.34 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À ADERÊNCIA DO PISO	310
FIGURA 4.35 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À ELASTICIDADE E SEGURANÇA	310
FIGURA 4.36 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À ABSORÇÃO AOS ESFORÇOS DE IMPACTO.....	311
FIGURA 4.37 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À REFLEXÃO DA LUZ	311
FIGURA 4.38 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS AO PAVIMENTO DEGRADADO	312
FIGURA 4.39 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À EXISTÊNCIA DE BARREIRAS ARQUITETÓNICAS NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA.....	312
FIGURA 4.40 – ESCALONAMENTO DAS RESPOSTAS OBTIDAS, RELATIVAS À EXISTÊNCIA DE INSTALAÇÕES SANITÁRIAS PARA PESSOAS DEFICIENTES.....	313
FIGURA 5.1 - ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL NOS PAVILHÕES	359
FIGURA 5.2 – CLASSIFICAÇÃO POR CLASSES DO ICG (ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL) NOS PAVILHÕES DOS PDE.	362
FIGURA 5.3 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO ICG (ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL) NAS SALAS DE DESPORTO	364
FIGURA 5.4 – CLASSIFICAÇÃO POR CLASSES, DO ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL (ICG) NAS SALAS DE DESPORTO DOS PDE	366
FIGURA 6.1 – PAVILHÃO DO PARQUE DESPORTIVO ESCOLAR DA ESCOLA BÁSICA INTEGRADA DE EIXO.	374
FIGURA 6.2 – SALA DE DESPORTO DO PARQUE DESPORTIVO ESCOLAR DA ESCOLA BÁSICA INTEGRADA DE EIXO.....	374
FIGURA 6.3 - PAVILHÃO DE <i>DUBLIN COMMUNITY RECREATION CENTER</i> EM OHIO MUNIDO DE RESSOADORES AGRUPADOS (EM BLOCOS FURADOS).	375
FIGURA 6.4 - PAINÉIS ACÚSTICOS COLOCADOS NAS PAREDES. INTERIOR DO PAVILHÃO SALESIANOS FOTO RETIRADA (HTTP://PROJETOS.PRESTIGE.COM.PT/INDEX)	376
FIGURA 6.5– EXEMPLO N.º 1, DA APLICAÇÃO DOS MATERIAIS ABSORVENTES SUSPENSOS. INTERIOR DO PAVILHÃO DO SPORT CLUBE GUIMARÃES.	376
FIGURA 6.6 – EXEMPLO N.º 2, DA APLICAÇÃO DOS MATERIAIS ABSORVENTES SUSPENSOS. INTERIOR DO PAVILHÃO MARÍTIMO.	376
FIGURA 6.7 - EXEMPLO DE PAINÉIS ABSORVENTES ENROLÁVEIS	377
FIGURA 6.8 - PAINÉIS ABSORVENTES ENROLÁVEIS COLOCADOS NUM GINÁSIO.	377
FIGURA 6.9 – PAVILHÃO DA EBI DE EIXO, INSTALAÇÃO COM POLUENTES ORGÂNICOS.	382
FIGURA 6.10 – EXEMPLO DE SISTEMA ADEQUADO DE VENTILAÇÃO. INTERIOR DE UM PAVILHÃO.	383
FIGURA 6.11 - EXEMPLO DE SISTEMA ADEQUADO DE VENTILAÇÃO.	383
FIGURA 6.12 – PAVILHÃO DA EBI DE EIXO, EXEMPLO DE CONTRASTE DE LUMINOSIDADE.....	386

FIGURA 6.13 – EXEMPLO DE DISTRIBUIÇÃO HOMOGÊNEA DA LUZ. INTERIOR DE PAVILHÃO (FOUR SPORT SCENARIOS IN

MEDELLÍN). 387

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1.1 – CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS QUANTO AO TIPO (CARTA DAS INSTALAÇÕES ARTIFICIAIS (1988)).....	18
QUADRO 1.2 – RESUMO DA TIPOLOGIA DAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS (DECRETO-LEI N.º 141/2009 DE 16 DE JUNHO) ..	20
QUADRO 1.3 – DEFINIÇÕES DE QUALIDADE (ADAPTADO DE MAIA, 2007).	25
QUADRO 1.4- TABELA DE CONVERSÃO DOS VALORES DE <i>RASTI</i> NUMA ESCALA SUBJETIVA DE INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA. NORMA CEI 268-16 (CEI, 1988) (<i>OBJECTIVE RATING OF SPEECH INTELLIGIBILITY BY THE SPEECH TRANSMISSION INDEX</i>).....	48
QUADRO 1.5 - VALORES DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO CALCULADOS EM FUNÇÃO DO VOLUME (NF 90 – 207 DE 1986). ..	64
QUADRO 1.6 – RESUMO DOS VALORES LIMITE PARA OS NÍVEIS SONOROS (dBA) E TEMPOS DE REVERBERAÇÃO SEGUNDO VÁRIAS ENTIDADES	64
QUADRO 1.7 – RESUMO DE EXIGÊNCIAS PARA A VENTILAÇÃO	69
QUADRO 1.8 – REFERE AS TEMPERATURAS ACONSELHADAS SEGUNDO O <i>AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE</i>). EFEITOS DE VÁRIAS TEMPERATURAS NO DESEMPENHO HUMANO (ADAPTADO)	73
QUADRO 1.9– RESUMO DOS VALORES LIMITE REFERENTES A TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA.....	75
QUADRO 1.10 – EXIGÊNCIAS DE ILUMINAÇÃO (ADAPTADO DE <i>AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE</i>)	81
QUADRO 1.11 – PROPOSTA DE VALORES CONSIDERADOS ACEITÁVEIS PARA PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES.....	83
QUADRO 2.1 – CARACTERIZAÇÃO DOS ESPAÇOS DE ENSINO INTERIORES ADOTADOS PELA SGME E ADOTADA PARA ESTE ESTUDO.....	88
QUADRO 2.2 – AMOSTRA DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES UTILIZADOS, SUAS TIPOLOGIAS E GEOMETRIA.	90
QUADRO 2.3 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO GEOMÉTRICO COMPRIMENTO (<i>M</i>).	103
QUADRO 2.4 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO GEOMÉTRICO LARGURA (<i>M</i>).....	103
QUADRO 2.5 - RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO GEOMÉTRICO ALTURA (<i>M</i>).....	104
QUADRO 2.6 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO GEOMÉTRICO ÁREA (<i>M</i> ²).....	104
QUADRO 2.7 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO GEOMÉTRICO VOLUME (<i>M</i> ³).	104
QUADRO 2.8 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES MÉDIOS OBTIDOS, NOS PAVILHÕES, PARA OS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS (COMPRIMENTO (<i>M</i>), LARGURA (<i>M</i>), ALTURA (<i>M</i>), ÁREA (<i>M</i> ²) E VOLUME (<i>M</i> ³)).	105
QUADRO 2.9 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES MÉDIOS OBTIDOS, NAS SALAS DE DESPORTO, PARA OS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS (COMPRIMENTO (<i>M</i>), LARGURA (<i>M</i>), ALTURA (<i>M</i>), ÁREA (<i>M</i> ²) E VOLUME (<i>M</i> ³)).	105
QUADRO 3.1 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>L</i> _{Aeq} (RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	127

QUADRO 3.2- ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RÚIDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA). A NEGRITO ESTÃO ASSINALADOS OS VALORES ≥ 85 DB.....	129
QUADRO 3.3 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RÚIDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), NOS 43 PAVILHÕES.....	131
QUADRO 3.4 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RÚIDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	132
QUADRO 3.5 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RÚIDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA. A NEGRITO ESTÃO ASSINALADOS OS VALORES ≥ 85 DB.....	134
QUADRO 3.6 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RÚIDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), NAS 25 SALAS DE DESPORTO.....	135
QUADRO 3.7 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq_RF} (RÚIDO DE FUNDO), NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	138
QUADRO 3.8 – VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO RÚIDO DE FUNDO L_{Aeq_RF} . A NEGRITO ESTÃO ASSINALADOS OS VALORES ≥ 50 DB.	140
QUADRO 3.9 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq_RF} (RÚIDO DE FUNDO), NOS 43 PAVILHÕES	141
QUADRO 3.10 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq_RF} (RÚIDO DE FUNDO), NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO.....	142
QUADRO 3.11 – VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO RÚIDO DE FUNDO L_{Aeq_RF}	144
QUADRO 3.12 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO L_{Aeq_RF} (RÚIDO DE FUNDO), NAS 25 SALAS DE DESPORTO...	145
QUADRO 3.13 – DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TR (s) (TEMPO DE REVERBERAÇÃO) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES MAIS 25 SALAS DE DESPORTO)	147
QUADRO 3.14 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 8 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO TR (TEMPO DE REVERBERAÇÃO), PARA AS BANDAS DE FREQUÊNCIA 500, 1000 E 2000 Hz.	149
QUADRO 3.15 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TR (s) (TEMPO DE REVERBERAÇÃO) NOS PAVILHÕES.....	150
QUADRO 3.16 – RESUMO ESTATÍSTICO SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 6 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO TR (TEMPO DE REVERBERAÇÃO), PARA AS BANDAS DE FREQUÊNCIA 500, 1000 E 2000 Hz.	151
QUADRO 3.17 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TR (s) (TEMPO DE REVERBERAÇÃO) NAS SALAS DE DESPORTO	151
QUADRO 3.18 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO $RASTI$ (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES MAIS 25 SALAS DE DESPORTO)	154
QUADRO 3.19 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO $RASTI$ (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA). A NEGRITO ESTÃO ASSINALADOS OS VALORES $\geq 0,45$	156
QUADRO 3.20 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO $RASTI$ (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NOS 43 PAVILHÕES.	157
QUADRO 3.21 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO $RASTI$ (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO.....	158
QUADRO 3.22 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO $RASTI$ (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA). VALORES A NEGRITO INDICAM OS VALORES $\geq 0,45$	160

QUADRO 3.23 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO <i>RASTI</i> (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) NAS 25 SALAS DE DESPORTO.....	160
QUADRO 3.24 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO NO SOLO (<i>M/s</i>) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	163
QUADRO 3.25 - ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO (<i>M/s</i>) NO SOLO.	164
QUADRO 3.26 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO NO SOLO (<i>M/s</i>) NOS 43 PAVILHÕES.....	165
QUADRO 3.27 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO (<i>M/s</i>) NO SOLO.	166
QUADRO 3.28 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO NO SOLO (<i>M/s</i>) NAS 25 SALAS DE DESPORTO ..	167
QUADRO 3.29 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NO INVERNO, NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	168
QUADRO 3.30 - ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA (°C).	170
QUADRO 3.31 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NOS 43 PAVILHÕES	172
QUADRO 3.32 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO.....	173
QUADRO 3.33 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA (°C).....	174
QUADRO 3.34 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA INTERIOR (°C) NAS 25 SALAS DE DESPORTO.	175
QUADRO 3.35 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES.....	178
QUADRO 3.36 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA (%).	180
QUADRO 3.37 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NOS 43 PAVILHÕES	182
QUADRO 3.38 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO	183
QUADRO 3.39 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA (%).	184
QUADRO 3.40 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%) NAS 25 SALAS DE DESPORTO.....	186
QUADRO 3.41 – QUADRO DAS ORIENTAÇÕES DE ALGUNS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES.....	189
QUADRO 3.42 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NOS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	190
QUADRO 3.43 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>).	192
QUADRO 3.44 – QUADRO RESUMO DA PERCENTAGEM DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>).	193

QUADRO 3.45 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NOS 43 PAVILHÕES	193
QUADRO 3.46 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO.....	194
QUADRO 3.47 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>).....	196
QUADRO 3.48 - QUADRO RESUMO DA PERCENTAGEM DO VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>).....	196
QUADRO 3.49 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>LUX</i>) NAS 25 SALAS DE DESPORTO .	197
QUADRO 3.50 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NOS CINQUENTA PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (43 PAVILHÕES + 25 SALAS DE DESPORTO)	198
QUADRO 3.51 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>).	200
QUADRO 3.52 - QUADRO RESUMO DA PERCENTAGEM DO VALORES OBTIDOS, NOS 43 PAVILHÕES, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>).....	201
QUADRO 3.53 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NOS 43 PAVILHÕES.....	201
QUADRO 3.54 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NAS DIFERENTES TIPOLOGIAS 1,2,3,4 E 5 DE PAVILHÃO.....	202
QUADRO 3.55 – ESTATÍSTICA SIMPLES DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>).	204
QUADRO 3.56 - QUADRO RESUMO DA PERCENTAGEM DOS VALORES OBTIDOS, NAS 25 SALAS DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>).	204
QUADRO 3.57 - DESCRIÇÃO AMOSTRAL PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>LUX</i>) NAS 25 SALAS DE DESPORTO	205
QUADRO 3.58 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL PARA OS 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	211
QUADRO 3.59 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE L_{AEQ} NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 80]	212
QUADRO 3.60- TESTE À MÉDIA POPULACIONAL NOS 43 PAVILHÕES.....	213
QUADRO 3.61 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE L_{AEQ} NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 80].....	213
QUADRO 3.62 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL NAS 25 SALAS DE DESPORTO	214
QUADRO 3.63 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE L_{AEQ} NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 80].....	215
QUADRO 3.64 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	215
QUADRO 3.65 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE L_{AEQ_RF} NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 40]	216
QUADRO 3.66 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 43 PAVILHÕES	217
QUADRO 3.67 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE L_{AEQ_RF} NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 40].....	217
QUADRO 3.68 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 25 SALAS DE DESPORTO.....	218

QUADRO 3.69 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE L_{AEO_RF} NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 40]	219
QUADRO 3.70 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 14 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	219
QUADRO 3.71 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE TR NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 1,5]	220
QUADRO 3.72 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 8 PAVILHÕES	220
QUADRO 3.73 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE TR NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 1,5]	221
QUADRO 3.74 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 6 SALAS DE DESPORTO.....	221
QUADRO 3.75 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE TR NA ZONA «ADEQUADA»: [0; 1,5]	222
QUADRO 3.76 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	223
QUADRO 3.77 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE RASTI NA ZONA «ADEQUADA»: [0,45; 1]	223
QUADRO 3.78 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 43 PAVILHÕES	224
QUADRO 3.79 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE RASTI NA ZONA «ADEQUADA»: [0,45; 1]	224
QUADRO 3.80 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 25 SALAS DE DESPORTO.....	225
QUADRO 3.81 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE RASTI NA ZONA «ADEQUADA»: [0,45; 1]	226
QUADRO 3.82 -TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	227
QUADRO 3.83 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE VENTILAÇÃO NA ZONA «ADEQUADA»: [1,5; 2]	227
QUADRO 3.84 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 43 PAVILHÕES	228
QUADRO 3.85 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE VENTILAÇÃO NA ZONA «ADEQUADA»:	229
QUADRO 3.86 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 25 SALAS DE DESPORTO.....	229
QUADRO 3.87 -INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE VENTILAÇÃO NA ZONA «ADEQUADA»: [1,5; 2]	230
QUADRO 3.88 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	231
QUADRO 3.89 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE TEMPERATURA INTERIOR NA ZONA «ADEQUADA»: [18; 20]	231
QUADRO 3.90 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 43 PAVILHÕES	232
QUADRO 3.91 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE TEMPERATURA INTERIOR NA ZONA «ADEQUADA»: [18; 20]	233
QUADRO 3.92 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 25 SALAS DE DESPORTO.....	233
QUADRO 3.93 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE TEMPERATURA INTERIOR NA ZONA «ADEQUADA»: [18; 20]	234

QUADRO 3.94 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	235
QUADRO 3.95 -INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE HR INTERIOR NA ZONA «ADEQUADA»: [50; 60]	236
QUADRO 3.96 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 43 PAVILHÕES	236
QUADRO 3.97 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE HR INTERIOR NA ZONA «ADEQUADA»: [50; 60]	237
QUADRO 3.98 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 25 SALAS DE DESPORTO.....	237
QUADRO 3.99 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE 25 SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE HR INTERIOR NA ZONA «ADEQUADA»: [50; 60]	238
QUADRO 3.100 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	239
QUADRO 3.101 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE INATURAL NA ZONA «ADEQUADA»: [400; 500]	240
QUADRO 3.102 -TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 43 PAVILHÕES	240
QUADRO 3.103 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE INATURAL NA ZONA «ADEQUADA»: [400; 500]	241
QUADRO 3.104 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 25 SALAS DE DESPORTO	241
QUADRO 3.105 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE IN NA ZONA «ADEQUADA»: [400; 500]	242
QUADRO 3.106 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 50 PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	243
QUADRO 3.107 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES COM VALOR DE IARTIFICIAL NA ZONA «ADEQUADA»: [400; 500]	244
QUADRO 3.108 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL NOS 43 PAVILHÕES.....	244
QUADRO 3.109 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE PAVILHÕES COM VALOR DE I. ARTIFICIAL NA ZONA «ADEQUADA»: [400; 500]	245
QUADRO 3.110 - TESTE À MÉDIA POPULACIONAL EM 25 SALAS DE DESPORTO	245
QUADRO 3.111 - INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO DE SALAS DE DESPORTO COM VALOR DE IARTIFICIAL NA ZONA «ADEQUADA»: [400; 500]	246
QUADRO 3.112 – QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS PARÂMETROS ACÚSTICOS, NOS 50 ESCOLAS	247
QUADRO 3.113 - QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS E DE NOS 50 ESCOLAS	248
QUADRO 3.114 - QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA NOS PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE NOS 50 ESCOLAS	249
QUADRO 3.115 - MELHORES CORRELAÇÕES SIMPLES ENTRE PARÂMETROS ACÚSTICOS, PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS, PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE E ARQUITETÓNICOS (EM NEGRITO ESTÃO ASSINALADOS OS $R^2 \geq 0,50$).	252
QUADRO 3.116 – MELHORES MODELOS SIMPLES DOS PARÂMETROS ACÚSTICOS ENTRE SI.	253
QUADRO 3.117 – RESULTADOS OBTIDOS ENTRE MODALIDADES E OS VALORES DE L_{AEQ}	257
QUADRO 3.118– ASSOCIAÇÃO ENTRE MODALIDADES E O L_{AEQ}	258

QUADRO 3.119 - MELHORES MODELOS SIMPLES DOS PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS ENTRE SI.	259
QUADRO 3.120- MELHORES MODELOS SIMPLES DOS PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE ENTRE SI.	263
QUADRO 3.121- MELHORES MODELOS SIMPLES DOS PARÂMETROS DE GEOMÉTRICOS.	265
QUADRO 3.122 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)	268
QUADRO 3.123 - RESULTADOS DA MATRIZ DE COMPONENTES COM ROTAÇÃO.....	268
QUADRO 3.124- TESTE DE HIPÓTESE	270
QUADRO 3.125 - TESTE DE HIPÓTESE	270
QUADRO 3.126 - TESTE DE HIPÓTESE	271
QUADRO 3.127 - TESTE DE HIPÓTESE	271
QUADRO 3.128 – TESTE DE HIPÓTESES	272
QUADRO 3.129 – TESTE DE HIPÓTESES	273
QUADRO 3.130 - TESTE DE HIPÓTESES	273
QUADRO 3.131 – TESTE DE HIPÓTESES	275
QUADRO 3.132 - TESTE DE HIPÓTESES	275
QUADRO 3.133 - TESTE DE HIPÓTESES	275
QUADRO 3.134 – TESTE DE HIPÓTESES	276
QUADRO 3.135 - RESULTADOS DOS GRUPOS ENTRE SUJEITOS.....	277
QUADRO 5.1 - CORRESPONDÊNCIA FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO NÍVEL SONORO EQUIVALENTE (L_{Aeq}) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ACL ($_N$).	336
QUADRO 5.2 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO NÍVEL SONORO EQUIVALENTE L_{Aeq} - RUÍDO DE FUNDO E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS (ACL_{Rf}) ($_N$).	337
QUADRO 5.3 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($ACTR$) ($_N$).	338
QUADRO 5.4 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O PARÂMETRO RASTI (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($ACRASTI$) ($_N$).	339
QUADRO 5.5 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO ISOLAMENTO SONORO ENTRE LOCAIS INTERIORES ($ACISINT$) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($_N$).	340
QUADRO 5.6 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE A FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO ISOLAMENTO SONORO ENTRE LOCAIS EXTERIORES ($ACISEXT$) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($_N$).	341
QUADRO 5.7 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO VENTILAÇÃO (NÚMERO DE RENOVAÇÕES POR HORA) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($_N$), NO INVERNO.....	343
QUADRO 5.8 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO VENTILAÇÃO (NÚMERO DE RENOVAÇÕES POR HORA) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($_N$), NO VERÃO.	344
QUADRO 5.9 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO TEMPERATURA INTERIOR NO INVERNO (T_{II}) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($_N$).	346
QUADRO 5.10 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO TEMPERATURA INTERIOR NO VERÃO (T_{IV}), E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($_N$).	346

QUADRO 5.11 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO HUMIDADE RELATIVA NO INVERNO (HRI) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($\_N$).	348
QUADRO 5.12 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO HUMIDADE RELATIVA NO VERÃO (HRV) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($\_N$).	349
QUADRO 5.13 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (LUX) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($\_N$).	351
QUADRO 5.14 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO ILUMINAÇÃO NATURAL (LUX) E SUAS CORRESPONDENTES COTAÇÕES NORMALIZADAS ($\_N$).	351
QUADRO 5.15 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO ILUMINAÇÃO NATURAL (SUBJETIVA) E SUAS CARACTERÍSTICAS ($\_N$).	352
QUADRO 5.16 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO E SUAS CARACTERÍSTICAS PIS ($\_N$).	353
QUADRO 5.17 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE FUNÇÃO DE VALOR PARA O CRITÉRIO ACESSIBILIDADES E SUAS CARACTERÍSTICAS ACE_ $\_N$.	354
QUADRO 5.18 - ICG – ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL (ICG) OBTIDOS POR APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO AOS PDE.	357
QUADRO 5.19 - QUADRO DOS VALORES NORMALIZADOS DOS PAVILHÕES DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES AVALIADOS E RESPETIVOS ICG (ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL). (* AOS PARÂMETROS VENT_ $\_N$, PIS_ $\_N$ E ACE_ $\_N$, FOI ATRIBUÍDA A CLASSIFICAÇÃO NEUTRAL DE 10 POIS NÃO FORAM QUANTIFICADOS).	358
QUADRO 5.20 – QUADRO RESUMO DOS VALORES NORMALIZADOS DOS PAVILHÕES DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES AVALIADOS E RESPETIVOS ICG.	359
QUADRO 5.21 - CLASSIFICAÇÃO MULTICRITÉRIO DOS PAVILHÕES DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES AVALIADOS. (ICG = ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL).	360
QUADRO 5.22 – QUADRO DOS VALORES NORMALIZADOS DAS SALAS DE DESPORTO DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES AVALIADOS E RESPETIVOS ICG (ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL). (* AOS PARÂMETROS VENT_ $\_N$, PIS_ $\_N$ E ACE_ $\_N$, FOI ATRIBUÍDA A CLASSIFICAÇÃO NEUTRAL DE 10 POIS NÃO FORAM QUANTIFICADOS).	363
QUADRO 5.23 – QUADRO RESUMO DOS VALORES NORMALIZADOS DAS SALAS DE DESPORTO DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES AVALIADOS E RESPETIVOS ICG (ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL).	364
QUADRO 5.24 – CLASSIFICAÇÃO MULTICRITÉRIO DAS SALAS DE DESPORTO DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES AVALIADOS.	365
QUADRO 5.25 – PROPOSTA DE VALORES CONSIDERADOS IDEAIS PARA PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES.	368
QUADRO 6.1 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS, NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO L_{Aeq} (RÚÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA), MÉDIA, MÍNIMO, MEDIANA, MÁXIMO E DESVIO-PADRÃO.	370
QUADRO 6.2 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO RÚÍDO DE FUNDO L_{Aeq} (RF).	371
QUADRO 6.3 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO TR (TEMPO DE REVERBERAÇÃO), PARA AS BANDAS DE FREQUÊNCIA 500, 1000 E 2000 Hz.	372
QUADRO 6.4 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO $RASTI$ (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA), MÍNIMO, MEDIANA, MÁXIMO E DESVIO-PADRÃO.	373

QUADRO 6.5 – PROPOSTA DE REQUALIFICAÇÃO DO PAVILHÃO E DA SALA DE DESPORTO	378
QUADRO 6.6– VALORES MÉDIOS OBTIDOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO VENTILAÇÃO (<i>m/s</i>). ..	379
QUADRO 6.7 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO TEMPERATURA (°C), TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR, MÍNIMO, MEDIANA, MÁXIMO E DESVIO-PADRÃO.	380
QUADRO 6.8 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS, NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO, PARA O PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA (%), HUMIDADE RELATIVA EXTERIOR E INTERIOR, MÍNIMO, MEDIANA, MÁXIMO E DESVIO-PADRÃO.	380
QUADRO 6.9– VALORES MÉDIOS OBTIDOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL, MÍNIMO, MEDIANA, MÁXIMO E DESVIO-PADRÃO.	384
QUADRO 6.10 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO PARA O PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL, MÍNIMO, MEDIANA, MÁXIMO E DESVIO-PADRÃO.	385
QUADRO 6.11 – PROPOSTA DE VALORES CONSIDERADOS IDEAIS PARA PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES	387
QUADRO 6.12 – QUADRO RESUMO DA PERCENTAGEM DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES EM NÃO CUMPRIMENTO.	393

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A – Carta dirigida às escolas

Anexo B - Ficha de Registo das medições

Anexo C – Inquérito aplicado aos Professores de Educação Física

RESUMO

O objetivo principal desta investigação é caracterizar o conforto ambiental dos Parques Desportivos Escolares (PDE) em Portugal, recorrendo a parâmetros objetivos, medidos em sessenta e oito instalações desportivas (cinquenta escolas no distrito de Aveiro). A amostra foi dividida em dois subgrupos: Pavilhões e Salas de Desporto.

Foram analisados parâmetros acústicos, higrotérmicos, de luminosidade e geométricos. Realizaram-se medições dos seguintes parâmetros: acústicos - L_{Aeq} dos níveis sonoros provenientes das aulas de Educação Física, $L_{Aeq}(rf)$ do ruído de fundo, TR (tempo de reverberação) e RASTI (inteligibilidade da palavra); higrotérmicos – ventilação, temperatura e humidade relativa; luminosidade – iluminação natural e artificial e parâmetros geométricos (comprimento, altura, largura, área e volume). Verificou-se que os valores mais afastados dos ideais detetaram-se no tempo de reverberação, no RASTI, na temperatura e na humidade relativa. Cerca de 96% dos Parques Desportivos Escolares (PDE) não apresentam valores ideais de RASTI, obteve-se um RASTI médio global de 0,35, o que se parcialmente explica pelos valores elevados do tempo de reverberação. Constata-se que nenhum PDE apresenta valores ideais de Tempo de Reverberação (o valor médio obtido foi de 4,8 s). Estas instalações desportivas revelaram-se muito reverberantes, quase sem materiais absorventes sonoros, o que faz com que o ruído nas instalações desportivas se torne prejudicial, principalmente para os docentes de Educação Física. Relativamente à temperatura, verificou-se que 96% dos PDE não se encontram com os valores considerados adequados, foi obtido um valor médio global de 13 °C, para a humidade relativa verificou-se que 82% dos PDE não obtiveram valores ideais, sendo o valor médio global de 72%. Considera-se que os valores de temperatura são em geral muito baixos e a humidade relativa muito elevada para a realização das atividades físicas.

Foi ainda analisada a perceção subjetiva dos professores de Educação Física através de inquéritos, verificando-se que os professores sentem maior desconforto no que se refere aos parâmetros acústicos e térmicos. A opinião subjetiva dos inquiridos ficou sustentada pelos resultados obtidos neste estudo.

Por fim, este estudo permitiu classificar os Parques Desportivos Escolares, através de uma análise multicritério, verificando que 42% dos pavilhões e 32% das salas de desporto apresentam um índice de conforto global (ICG) *medíocre*.

Conclui-se assim que os valores encontrados indicam a inadequação de grande parte dos Parques Desportivos Escolares.

PALAVRAS-CHAVE: PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES, CONFORTO E QUALIDADE, ACÚSTICA, HIGROTÉRMICA, LUMINOSIDADE.

ABSTRACT

The main purpose of this research is to characterise the environmental comfort of Sports facilities in High School in Portugal, by using objective parameters and measurements of several parameters in sixty-eight rooms.

The sample was divided into two groups: Gymnosportive Pavilions and Sports Rooms. Acoustics, hygrothermic, luminosity and geometric parameters were analysed. By measurements of the following parameters were taken: sound noise levels - L_{Aeq} researching coming from the Physical Education classes, $L_{Aeq}(rf)$ sound noise levels from the background noise, RT (reverberation time) and RASTI (rapide speech transmission index); hygrothermics – ventilation, temperature and relative humidity, luminosity – natural and artificial lighting, and geometric parameters (length, height, width, area and volume).

It was verified that the values most distanced from the ideal ones for this type of facilities were detected in the RT, RASTI, temperature and relative humidity. For the RASTI parameter, 96% of the facilities were not within the ideal values. A low RASTI average of 0, 35 was obtained, which is explained by the high values of the average reverberation time, of 4,8 s, obtained in the sample used. These sports rooms proved to be highly reverberant, almost without sound absorbing materials, which might be harmful, especially for the Physical Education teachers.

In regard to temperature, 96% of the facilities did not have suitable values, with a global average of 13 °C. For the relative humidity, 82% of the facilities were outside the ideal values, with a global average of 72%. The temperatures are also considered to be very low and the relative humidity very high for the practice of physical activity.

The subjective perception of the Physical Education teachers was also analysed through questionnaires and it was verified that they feel most discomfort when it comes for noise and thermal parameters. The subjective opinion of the interviewed teachers was supported by the objective results obtained in this study.

Finally, this study developed a multi-criteria analysis for the classification of School Sports facilities where it was verified that 42% of the pavilions and 32% of the sports classrooms present a mediocre comfort index (named ICG).

It may concluded that the values found indicate the inadequacy of most the High School Sports facilities.

KEYWORD: HIGH SCHOOL SPORTS FACILITIES, COMFORT AND QUALITY, ACOUSTICS, REVERBERATION TIME, HYGROTHERMIC, LUMINOSITY.

ABREVIATURAS

ACSM – American College of Sports Medicine

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

ANSI – American National Standards Institute

ASHA – American Speech, Language, Hearing Association

APIRAC – Associação Portuguesa da Indústria da Refrigeração e Ar Condicionado

dB – Decibel

DEQ – Diagrama de Extremos e Quartis

DGD – Direção Geral dos Desportos

EF – Educação Física

FS - Fonte Sonora

IA – Iluminação Artificial

IAKS – International Association for Sports and Leisure Facilities

ICG – Índice de Conforto Global

IDAE – Instituto para “La Diversificación y Ahorro de la Energía “

IDP – Instituto do Desporto de Portugal

IBV – Instituto de Biomecânica de Valência

IN – Iluminação Natural

IND – Instituto Nacional do Desporto

MAE – Meato acústico externo

MMC – Método MultiCritério

TR – Tempo de Reverberação

RASTI - *Rapid Speech Transmission Index*

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

PDE – Parques Desportivos Escolares

NF- Norma Francesa

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RF – Ruído de Fundo

SGME – Secretaria Geral do Ministério da Educação

STI - Speech Transmission Index

INTRODUÇÃO

ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

O desporto adquiriu um papel preponderante na promoção e qualificação da sociedade moderna, contribuindo para os fatores de desenvolvimento das condições de saúde e bem-estar dos indivíduos a diferentes níveis (físico, social e psicológico) (Landeira 2004).

Neste sentido, Mota (2001) refere que o desporto e a atividade física “são atualmente parte integral da vida social, sendo catalogados como os pressupostos de referência de um conjunto de valores e regras que representam em si a força geradora da sua dinâmica e importância.” Bento (2005) considera igualmente que o desporto “congrega valores de ordem educativa, biológica, psicológica, social, cultural e filosófica, podendo ser mobilizado para muitas frentes.”

Segundo Landeira (2004), a diversificação e o incremento dos modos e níveis de prática desportiva são fatores que têm contribuído para a modificação dos padrões de serviços oferecidos pelos espaços desportivos, com o consequente aparecimento de maiores dificuldades para a atuação dos responsáveis pela conceção e gestão das instalações desportivas.

A este propósito, Sarmento (2001) destaca a notoriedade que o espaço desportivo atinge na sociedade, sendo de grande importância na sua futura rentabilidade, daí a atenção que deve exigir o projeto da instalação. O mesmo autor (2011) refere que “a evolução tecnológica e a crescente dimensão social do desporto tem vindo também a exigir uma cada vez maior qualidade destas estruturas.”

Neste âmbito, a vertente escolar é a que assume maior pertinência para este estudo, sendo importante realçar que todas as crianças e jovens têm o direito à educação física e desporto e para isso têm o direito ao acesso a instalações desportivas adequadas para a sua prática.

Deste modo, e de acordo com a Divisão de Estudos e Equipamentos Educativos do Ministério da Educação (2005), os alunos têm o direito e a

necessidade de espaços/instalações para usufruírem dos benefícios da prática das atividades físicas. Para tal, são necessários espaços específicos e instrumentos próprios, não se devendo descuidar a importância das instalações desportivas, bem como o ambiente que as rodeia.

A Escola tem o dever de ser a principal responsável (para além dos pais) por inculcar hábitos de vida saudável, através da educação física e do desporto, educando os alunos, mostrando os benefícios da prática de exercício físico, proporcionando condições ótimas para a sua prática, através de instalações com qualidade e conforto. Assim, um estilo de vida saudável, comportamentos orientados pela preocupação da saúde, é uma tarefa diária que se deve assumir de modo consciente. Isto personifica a necessidade de formação de uma consciência de moral social, a partir dos primeiros anos de escolaridade, no que toca à noção de que a preocupação pela saúde e por um estilo de vida saudável constitui uma obrigação de toda a comunidade escolar, para com os alunos, as famílias e a sociedade.

Neste contexto, o contributo que este estudo pode dar para a educação física e desportiva é muito importante, sobretudo numa altura em que as políticas educativas tendem a realçar a importância de boas práticas educativas, nomeadamente no sentido de facilitar a aquisição, pelas crianças e adolescentes, de hábitos de vida ativa e estilos de vida saudável, fruto da vivência de práticas culturalmente significativas – como são as atividades corporais – de acordo com um eixo metodológico que privilegie o espírito de cooperação e o despertar para uma cidadania responsável e solidária.

A este propósito, Constantino (2006) refere que o sedentarismo configura-se como uma das maiores causas de morte, incapacidade e doença. O mesmo autor assinala que a atividade física surge como um dos maiores contributos para promoção da saúde pública.

Sendo assim, a construção e utilização de espaços desportivos escolares, usados quase em exclusivo por crianças e jovens, tem importância na criação de um ambiente saudável para a prática desportiva. Além disso, o uso contínuo (por professores), de ambientes insalubres, pode causar danos fisiológicos (tais

como surdez parcial) que podem criar condições para reformas antecipadas devidas a doenças consideradas profissionais.

Segundo Cunha (2007), uma instalação ou espaço desportivo deve ser capaz de desencadear nos seus utilizadores um conjunto de emoções: vontade ávida de querer entrar e de realizar as atividades que ela oferece (o processo de preparação); permanecer com pleno envolvimento nas ações desencadeadas e nas práticas proporcionadas; completa satisfação relativamente às expectativas criadas e desejo de repetir devido à recordação dos bons momentos vivenciados nesse espaço.

Neste seguimento, não será admissível ter atividades alegadamente saudáveis a ocorrerem em espaços que possam contrariar tal objetivo, conjugando resultados opostos àqueles que a Educação Física (EF) preconiza.

Serão necessárias regras construtivas e de utilização que salvaguardem o conforto e qualidade das atividades de EF e, com ela, o usufruto de todas as potencialidades da EF como disciplina formativa de caráter essencial para o pleno desenvolvimento dos jovens.

É evidente que a construção de Parques Desportivos Escolares resultará, não só da aplicação da legislação vigente, mas também do programa definido e apresentado pelos promotores (Ministério da Educação, escolas, etc.); naturalmente que a planificação destas instalações desportivas tem de necessariamente considerar a gestão de espaço por parte da escola e de toda a comunidade escolar, de forma a garantir o sucesso da futura instalação.

A escola não pode gerir estas instalações na fase de pós-construção, envolvendo apenas a organização dos espaços para as turmas, os horários de ocupação dos espaços, a organização das atividades, a sua manutenção ou controlo dos custos. Tem de dar resposta a um programa de gestão, em vez de tentar encaixar programas num espaço inadequado.

Assim, é importante que exista um planeamento das instalações desportivas antes da sua construção.

Sarmento (2011) enfatiza esta informação ao referir que as equipas de projetistas com os seus engenheiros, arquitetos e especialistas em desporto deverão ter o máximo cuidado na definição dos espaços desportivos, na

escolha criteriosa dos materiais, na planificação dos acessos e nos trajetos interiores dos diversos tipos de utilizadores. Este autor menciona ainda que, a tradição portuguesa nas fases de conceção e construção de instalações desportivas é marcada por algumas dificuldades culturais que urge ultrapassar: a dificuldade de trabalhar em rede, com equipas pluridisciplinares de projetistas; a falta de definição prévia do modelo de gestão que se considera mais adequado para a instalação e a cedência repetidamente ao conhecimento empírico, à gestão do imediato e à ilusão dos resultados a curto prazo.

Tendo em conta o enquadramento anterior, que salienta a importância crescente da instalação desportiva como elemento fundamental para uma prática desportiva saudável da sociedade atual, identificamos como problema para este estudo a existência de diferenças entre o conforto e a qualidade da instalação desportiva na perspetiva do seu objetivo geral e aquela que efetivamente é proporcionada no âmbito da sua utilização.

Consequentemente, o objetivo geral do presente estudo consiste em caracterizar as instalações desportivas escolares e verificar se oferecem conforto e qualidade na sua utilização para a prática de atividade física. Pretende-se também abranger com o termo “Parques Desportivos Escolares” (PDE), as infraestruturas materiais necessárias à prática desportiva, englobando todas as instalações cobertas (pavilhões, ginásios, salas de desporto, etc.).

A escassa existência de documentos especificamente vocacionados para uma avaliação objetiva e normalização no projeto e construção de PDE no âmbito do conforto ambiental esteve também na origem deste trabalho.

Numa perspetiva mais específica, pretendeu-se, com este trabalho, determinar os parâmetros de conforto e qualidade ambiental que se devem oferecer aos alunos, professores e utentes destes espaços, acreditando que estes indicadores se revelam importantes para se poder apresentar serviços de elevada qualidade.

Correia (2000) refere que a sociedade é cada vez mais exigente e a forma mais óbvia de satisfazer as suas expectativas e necessidades passa precisamente pelo aumento da qualidade no desempenho da organização, o que torna

pertinente a focalização na qualidade destas instituições a todos os níveis, seja ela a qualidade de serviços ou de construção.

Indo ao encontro desses objetivos, a relevância deste trabalho prende-se com a necessidade de estabelecer, listar, caracterizar e avaliar os principais parâmetros de qualidade na área do conforto ambiental em PDE, de acordo com regras e princípios coerentes, que permitam definir, controlar e normalizar a qualidade do conforto interior deste tipo de instalações, melhorando a qualidade e conforto dos alunos e utentes.

Neste sentido, foi propósito deste trabalho tentar colmatar a falta de exigências numéricas e regras específicas que normalizem o projeto e construção deste tipo de instalações desportivas, isto porque ainda se verificam algumas carências e inadequação de materiais e sistemas que revelam pouca qualidade e conforto ambiental para os alunos, professores e utentes na execução das suas atividades, provocando diminuição no rendimento e aumentando ou criando problemas ao nível da saúde física e mental.

Com base nesse pressuposto, recorreu-se a medições *in situ* com o uso de aparelhos de medição adequados para a quantificação dos principais parâmetros de conforto e qualidade ambiental nestas instalações, apresentando uma perspetiva de avaliação destes parâmetros na construção dos Parques Desportivos Escolares (pavilhões e salas de desporto).

Foram medidos parâmetros acústicos objetivos, tais como a inteligibilidade da palavra (RASTI), tempo de reverberação, avaliação do ruído de fundo e ruído das aulas de Educação Física; parâmetros higrotérmicos como temperatura, humidade relativa e ventilação e parâmetros de luminosidade (iluminação natural e artificial).

Assim, baseou-se este estudo numa amostra representativa de sessenta e oito instalações desportivas (em cinquenta Parques Desportivos Escolares), no distrito de Aveiro, incluindo pavilhões municipais e de associações utilizados pelas escolas. Entendeu-se como sendo um número significativo, por constituir uma amostra com diferentes tipologias e incluindo espaços com épocas de construção diversa e vários “estilos” arquitetónicos.

Esta amostra embora limitada ao distrito de Aveiro pode ser considerada representativa da realidade nacional, a amostra corresponde a 50 PDE do distrito de Aveiro, ou seja, 94% das instalações desportivas escolares do distrito de Aveiro. As suas tipologias de construção são comuns a todo o território nacional, baseadas no programa para a conceção e projeto de instalações escolares para Educação Física e Desporto, do Ministério da Educação de 2005. Uma vez que nesta amostra se encontram representadas todas as tipologias das instalações desportivas escolares existentes em Portugal, tem-se a convicção que se pode extrapolar as conclusões deste trabalho para a globalidade do País.

Tendo em conta a reflexão até aqui desenvolvida, determina-se para o presente estudo os seguintes objetivos específicos e formulam-se as respetivas hipóteses:

Como objetivos específicos consideram-se os seguintes:

- Determinar os parâmetros de conforto e qualidade ambiental que devem ser respeitados na construção e conceção dos Parques Desportivos Escolares (PDE);
- Estabelecer, listar, caracterizar e avaliar os principais parâmetros de qualidade na área de conforto ambiental em PDE, de acordo com regras e princípios coerentes;
- Definir, controlar e normalizar a qualidade do conforto interior dos PDE;
- Colmatar a falta de exigências numéricas e regras específicas que normalizem o projeto e construção dos PDE;
- Verificar se os PDE possuem valores adequados aos parâmetros referidos;
- Contribuir para a definição de valores ideais dos indicadores referentes aos parâmetros determinados;
- Caracterizar, avaliar e comparar dois tipos de espaços, pavilhões e salas de desporto, relativamente aos parâmetros de conforto e qualidade ambiental definidos;

- Analisar a perceção que os utilizadores têm do conforto e qualidade, neste tipo de instalações, através de um estudo social;
- Criar uma metodologia de avaliação e comparação objetiva para instalações desportivas.

Tendo em consideração os objetivos propostos, procura-se caracterizar e verificar se existem diferenças entre os dois espaços desportivos (pavilhões e salas de desporto), nos parâmetros de conforto e qualidade ambiental medidos. Verificar se a perceção dos utilizadores deste tipo de instalações desportivas é suportada pelos valores objetivos obtidos na avaliação dos parâmetros medidos. Assim, tendo em atenção os objetivos específicos indicados anteriormente, formulam-se algumas hipóteses:

H₁: Existe a possibilidade de caracterizar o conforto ambiental nos Parques Desportivos Escolares ao nível acústico, térmico e de luminosidade deste tipo de espaços?

H₂: Existem diferenças significativas entre salas de desporto e pavilhões, nos diferentes parâmetros acústicos, higrotérmicos e de luminosidade avaliados?

H₃: Existem diferenças significativas entre as diferentes tipologias dos pavilhões, dos PDE, nos diferentes parâmetros acústicos, higrotérmicos e de luminosidade avaliados?

H₄: Os parâmetros acústicos variam em função do tipo de espaço desportivo, número de turmas e tipo de modalidades?

H₅: Será que este tipo de instalações desportivas são muito reverberantes e a sua inteligibilidade da palavra é insuficiente, não se encontrando adequadas à legislação nacional vigente e não oferecendo conforto e qualidade ambiental para a realização das atividades e lecionação de aulas?

H₆: Será que as instalações desportivas escolares oferecem conforto térmico?

H₇: Os espaços desportivos escolares oferecem conforto de luminosidade aos utentes?

H₈: É possível avaliar a perceção do conforto ambiental dos utilizadores dos PDE através de um inquérito baseado nos parâmetros definidos, existindo

relação entre os resultados das respostas dos inquiridos e os dados efetivos obtidos nas instalações desportivas?

H₉: É possível definir um Índice de Conforto Global que possibilite uma avaliação e comparação objetiva das instalações desportivas?

Acredita-se que esta investigação poderá contribuir para o aprofundamento do conhecimento científico e desenvolvimento profissional, numa área que ainda tem muito por explorar.

ESTRUTURA

De forma a facilitar a análise e leitura desta investigação, estruturou-se o trabalho da seguinte forma:

- Em primeiro lugar, efetua-se um enquadramento geral do trabalho. Define-se o problema, os objetivos gerais, os objetivos específicos e hipóteses. Por fim apresenta-se a estrutura do trabalho.
- O Capítulo 1 consiste no estado da arte, na qual são expostos os aspetos fundamentais da literatura dedicada a esta área do conhecimento. Desenvolve-se o conceito de Parques Desportivos Escolares, enquadrando-o nas várias classificações e tipologias das instalações desportivas e faz-se a distinção das várias tipologias, dentro deste tipo de instalações desportivas, segundo a legislação e o Ministério da Educação. Define-se o conceito de conforto e qualidade e faz-se um enquadramento da sua importância nos Parques Desportivos Escolares. É indicada uma definição e listagem dos parâmetros e regras que podem promover o conforto e a qualidade nos Parques Desportivos Escolares, caracterizando cada parâmetro (acústica, higrotérmica, ventilação e luminosidade).
- No Capítulo 2, é indicada a metodologia de trabalho seguida da descrição dos equipamentos utilizados nas avaliações, no sentido de fornecer a informação necessária à análise experimental para a realização deste estudo. Referem-se quais os parâmetros de seleção exigidos e caracteriza-se arquitetónica e

geometricamente a amostra constituída por sessenta e oito instalações desportivas escolares.

- O Capítulo 3 corresponde à apresentação e discussão dos resultados onde são caracterizados os valores obtidos para os parâmetros acústicos, térmicos e de iluminação comparando-os entre *pavilhões* e *salas de desporto*, nas sessenta e oito instalações desportivas.

- No Capítulo 4 são analisados e tratados os estudos sociodemográficos (inquéritos) realizados aos professores de Educação Física, de modo a medir a percepção subjetiva destes relativamente aos parâmetros de conforto e qualidade ambiental nas instalações desportivas escolares.

- No Capítulo 5, é realizada uma análise multicritério das instalações desportivas dos Parques Desportivos Escolares. É ainda efetuado um estudo ao Parque Desportivo Escolar do Agrupamento de Escolas de Eixo, no capítulo 6, onde se desenvolvem considerações sobre este espaço relativamente à regulamentação vigente e disposições regulamentares. Finalmente, efetuam-se breves indicações para tentar colmatar ou minimizar essas carências na instalação desportiva escolar, de forma a reabilitar ou corrigir de acordo com os parâmetros definidos.

- Nas Conclusões são analisados os resultados e efetuadas considerações finais. São também efetuadas recomendações mais exigentes para estas instalações desportivas. São definidas regras que normalizem este tipo de instalações estipulando valores limite e ideais para cada parâmetro. São ainda detetadas carências e inadequação de materiais/sistemas que revelam pouco conforto ambiental dos alunos e professores na execução das suas atividades, provocando diminuição no rendimento e aumentando ou criando problemas ao nível da saúde. Dá-se indicação sucinta de que materiais/regras de aplicação a ser utilizados na construção destas instalações para diminuir as incomodidades. São ainda referidas algumas sugestões para possíveis trabalhos a desenvolver no futuro.

1. ESTADO DA ARTE

1.1. PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES E CONFORTO

Muitos são os autores que tentaram encontrar uma definição capaz de ilustrar universalmente o que é o desporto, no entanto, continuam a existir dificuldades quando se pretende defini-lo. Garcia (2005) refere que tal acontece porque talvez o desporto não seja suscetível de uma definição ampla.

No entanto, este autor define o desporto como um fenómeno temporal e topográfico, sendo uma atividade enraizada, em determinado tempo e em determinado lugar.

O desporto, como prática e como espetáculo, faz parte do ócio contemporâneo e como consequência, vê-se submetido às mudanças da sociedade em especial da sociedade do ócio. É objeto de consideração social e estende-se praticamente a todos os setores da população. Ao mesmo tempo, adquire novos enfoques e novas formas, que obrigam a uma permanente atenção e ajustes na sua planificação (Sancho, 2007).

Nesta linha de pensamento Garcia (2005) considera que o desporto vive o mesmo drama de temporalidade ou da dinâmica inscrita pelo tempo, isto é, o que ontem era considerado verdade hoje pode parecer desatualizado.

À semelhança do que sucede na maioria das sociedades do nosso tempo, a prática da atividade física e desportiva adquiriu em Portugal, uma relevância e protagonismo sociais de primeira ordem. Assim, facilitar o acesso universal ao desporto converteu-se num direito de cidadania, cuja realização desempenha um papel cada vez mais importante na ação dos governos, dos poderes e das instituições públicas.

Segundo Sarmiento (2005) na escola, no trabalho, com os amigos, nos clubes, nas instalações desportivas, nos espaços verdes ou na praia, o desejo de uma vida ativa e a procura de uma saúde e alegria de viver cada vez mais fortes são anseios generalizados das populações, que não se podem negligenciar. Esse autor reforça ainda que, nos dias de hoje, não são suficientes preocupações

reducionistas com este ou aquele setor do sistema desportivo, são necessários planos integrados em que todos possuem o seu lugar e onde todos os lugares interagem de forma coordenada, de modo a que o desporto seja um fator de coesão e de desenvolvimento social das populações.

Sarmento (2001) refere sobre este assunto que, cada vez mais, a notoriedade que a instalação atinge na sociedade é de grande importância na sua futura rentabilidade, daí a atenção que exige o respetivo projeto. Podendo evitar, desta forma, a promoção de uma oferta de instalações desportivas desequilibrada e desadaptada da procura, do tipo de atividades pretendidas, com fraca qualidade, pequena capacidade multidisciplinar e quase nula interatividade.

A corroborar o autor supracitado está o Instituto de Biomecânica de Valência (IBV) (2009) quando refere que as instalações desportivas nem sempre se encontram nas condições mais adequadas para o seu uso, o que pode provocar o aparecimento de diversos problemas de saúde e situações de risco que podem derivar em acidentes. O IBV (2009) salienta que esta situação acontece na maioria dos casos devido à falta de meios, bem como ao desconhecimento das medidas de controlo que se deveriam adotar para evitar o aparecimento de situações de risco.

O crescimento acentuado de mercado, segundo Correia (2000), proporciona o aparecimento de instalações desportivas sem o mínimo de qualidade e que não cumprem as regras mínimas para atingir a qualidade na prestação de serviços nem nos parâmetros de construção, devido à contenção de despesas, o que se torna motivo de preocupação e uma das razões para a elaboração deste estudo que agora se descreve.

Porém, e não obstante o significativo aumento do número de praticantes de atividades físicas, bem como o número de instalações desportivas afetas à prática destas atividades, registado nos últimos anos, continuam a colocar-se aos utentes dos espaços desportivos, públicos ou privados, inúmeros problemas que se refletem na qualidade global dos serviços prestados (desde a falta de condições e medidas de segurança e de higiene) (Landeira, 2004).

Assim, qualquer instalação desportiva seja pública ou privada, deve ser munida de todos os meios necessários para preservar a saúde e a segurança dos utentes, sendo necessário ter pleno conhecimento dos requisitos que cada instalação desportiva destinada ao uso público deve cumprir.

Os Parques Desportivos Escolares (PDE) são instalações de grande importância na maioria dos países desenvolvidos, pois são o garante da possibilidade de prática desportiva ao longo de todo o ano. O seu nível de complexidade e de qualidade de serviço prestado também tem evoluído muito nos últimos anos, muito por força do espetáculo desportivo, e pela necessidade de garantir, cada vez de forma mais efetiva, a segurança de todos os praticantes, especialmente aqueles que por razão da alta competição têm de desenvolver largas cargas horárias de treinos.

A título de exemplo, Sarmento (2001) revela num estudo efetuado na cidade do Porto, que 33% das instalações utilizadas são pavilhões dos setores escolares público e privado, o que demonstra a relevância que a prática desportiva assume no atual padrão de vida dos portuenses. Este último valor revela a importância do sistema escolar no conjunto das entidades proprietárias e o preponderante papel que deverá desempenhar numa estratégia desportiva global, o enquadramento e a utilização das estruturas desportivas destes dois setores pela generalidade da população.

É necessário apostar na qualidade das instalações com profissionais especializados nesta área (engenheiros, arquitetos, gestores desportivos e os licenciados em educação física e desporto) que possam definir estratégias que respondam com eficácia ao vasto leque de problemas que uma organização deste tipo envolve, desde a conceção à atualização do espaço físico e da qualidade de parâmetros técnicos ou espaciais.

No âmbito da educação para a saúde, a Educação Física (E.F.) tem importância enquanto veículo do desenvolvimento da pessoa humana, entendido como um processo integral e harmonioso.

De facto, é importante sublinhar que a E.F. para além de ser importante pelo contributo intrínseco que fornece para o desenvolvimento das crianças, é igualmente importante porque se constitui como fator potenciador de

aprendizagem noutras áreas de intervenção, a partir do momento em que o desenvolvimento físico atinge estádios qualitativos que procedem o desenvolvimento cognitivo e social. Daí que a E.F. possa mesmo constituir uma “terapêutica pois a falta de atividade apropriada leva muitas vezes a carências irremediáveis” (Matos, 1991).

À disciplina de E.F. é reconhecido um papel privilegiado e insubstituível na realização desse objetivo superior, criação de hábitos de vida saudável, já que muitas crianças não terão, na sua vida, mais nenhuma experiência de atividade física organizada e regular além da proporcionada pelas aulas E.F. (Matos & Graça, 1988).

A atividade física e desportiva é, desde que corretamente direcionada, um meio por excelência para o desenvolvimento físico, psicológico e social das crianças. Os seus efeitos refletem-se significativamente na melhoria e manutenção da saúde, no controlo emocional, na autoconfiança, na disponibilidade para o desempenho com sucesso das tarefas escolares e na aquisição de hábitos e estilos de vida saudável.

Adicionalmente parece ser atualmente reconhecido por todos que as crianças e os jovens, através das suas práticas físicas e desportivas, estabelecem os fundamentos para o desenvolvimento futuro de um estilo de vida saudável, diminuindo ou retardando ao máximo os malefícios provocados pelas doenças da civilização, decorrentes em grande medida da falta de exercício físico.

Tal como alertou Telama (1998), o significado de atividade física para os jovens e para os adultos não é exatamente o mesmo: para os jovens a atividade física não significa tanto evitar doenças, mas sim apoiar o seu crescimento e o seu desenvolvimento, bem como socializá-lo de uma prática de vida saudável que possa acompanhar ao longo da sua vida.

Mas a prática regular de uma atividade física ou desportiva, para além dos efeitos positivos que exerce ao nível da saúde física dos indivíduos, parece ajudá-los igualmente a libertar as tensões do seu quotidiano e a aumentar o seu bem-estar psicológico (Cruz *et al.*, 1996).

Em decorrência do que acima se abordou, surgiu um novo conceito de “Escola”, no âmbito do qual assume todo o sentido falar da promoção da

saúde, bem como da atividade física e desportiva na escola como fator potenciador de um estilo de vida saudável, entendendo este como “o conjunto dos comportamentos e hábitos que podem afetar a saúde do indivíduo (tabagismo, alimentação, atividade física habitual)” (Pierón, 1998). De facto, parece ser hoje evidente que “os estilos de vida evoluíram, mas nem sempre no sentido de criar boas condições de manutenção e promoção de saúde” (Dias, 1999).

Por este motivo, torna-se necessário encarar a atividade da Educação Física num aspeto muito global, onde se insere também, o garantir um ambiente físico agradável e seguro para a execução desta atividade. Esta dimensão diz respeito à segurança, salubridade, conforto, higiene de materiais, espaço e ambiente, tanto nas instalações como em todo o espaço envolvente.

São assim necessárias regras construtivas e de utilização para estes espaços, que salvaguardem a qualidade das atividades de E.F. e, com ela, o usufruto de todas as suas potencialidades como disciplina formativa de carácter essencial para o pleno desenvolvimento dos jovens.

Deste modo, este projeto surge num momento em que, cada vez maior número de pessoas se apercebe dos malefícios do ruído, ar poluído, pisos inadequados, etc., nomeadamente, na qualidade de vida, na produtividade nas várias atividades e nas despesas com matérias, dispositivos ou medicação que lhe possibilitem a minimização desses problemas.

Esta nova capacidade de denúncia/reclamação dos alunos/utentes/clientes veio implicar uma nova postura das entidades que tutelam as infraestruturas desportivas. A capacidade de argumentação dos utentes/clientes, coadjuvadas com uma legislação escassa, obriga a tomar medidas mais eficazes para o controlo de vários parâmetros (ruído, temperatura, etc.) que implicam custos acrescidos. Nestas situações, as entidades que tutelam as infraestruturas desportivas são obrigadas a proteger os seus alunos/utentes.

A possibilidade de ter elementos que permitam qualificar e quantificar os custos que estas entidades possam vir a ter para proteger os seus alunos/utentes, poderá ser de grande relevância no planeamento futuro da infraestrutura.

Surge assim a necessidade de contextualizar as instalações desportivas e enquadrar a definição de Parques Desportivos Escolares.

1.1.1. CONCEITO DE INSTALAÇÕES DESPORTIVAS/PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES

Em Portugal, nos últimos anos, assiste-se a um investimento significativo na construção de instalações desportivas. Apesar deste investimento se verificar com maior incidência na vertente competitiva, é notória a tendência para o investimento também na vertente recreativa, que abrange, como é óbvio, escalões etários mais vastos da população e respostas a necessidades sociais mais amplas. Este crescimento acentuado também se tem evidenciado nas instalações escolares, o que provocou não só um aumento da oferta desportiva, mas também a necessidade destas acompanharem as exigências cada vez mais rigorosas dos utentes que as frequentam, originando a necessidade de legislação específica, na qual surgem várias referências ao conceito de instalação desportiva.

O conceito “Instalação Desportiva” tem diferentes significados sendo empregue e interpretado de várias formas pelos vários autores que se irão referenciar.

Para Pires (1989), as Instalações Desportivas são um conjunto de infraestruturas desportivas construídas para a sua prática, as quais incluem instalações de apoio e locais específicos para espetadores, assim como espaços naturais continuamente utilizados pelas populações, desde que possuam as mínimas estruturas de apoio.

O conceito de instalações desportivas também se identifica, de forma genérica, com os lugares, os espaços e as estruturas onde é possível a prática de atividade física e o desporto (Servei d’Equipaments Esportius, 1996).

Cunha (2007) vai de encontro ao que foi dito anteriormente, quando refere que as instalações identificam, no espaço urbano, os locais específicos de práticas desportivas realizadas em espaços delimitados. Elas localizam um tipo de atividades desportivas que se desenvolve num determinado território e que, de acordo com a função que desempenham e pela utilização que as comunidades lhes conferem, assumindo-se cada vez mais como um espaço próprio dentro

das cidades e dos seus espaços de influência. Para este autor, uma instalação desportiva integra as características da prática desportiva normalmente originada ou originária de espaços naturais, dentro de um espaço artificial e com uma linguagem codificada.

A função fundamental de uma instalação desportiva passa assim por oferecer, de forma continuada, a possibilidade de realização de uma prática desportiva num determinado lugar onde está presente um processo de standardização, codificação e regulamentação, através do qual se tipificam os gestos motores da modalidade em causa (Cunha, 2007).

Romo (2007) corrobora o autor supracitado uma vez que menciona que as instalações desportivas são os equipamentos que se caracterizam pelo espaço desportivo construído especificamente para a prática da atividade física.

Sarmento (2001), na Carta Desportiva Municipal do Porto, considerou uma instalação desportiva como uma área artificial, previamente preparada, na qual se pode desenvolver um ou mais tipos de atividade desportiva formal.

A Carta das Instalações Desportivas (1988), define *Recinto Desportivo*, como toda a área de prática desportiva e *Complexo Desportivo*, como o conjunto de instalações desportivas e/ou recintos desportivos de vários tipos.

A Lei n.º 38/98 de 4 de Agosto que estabelece medidas preventivas e punitivas a adotar em caso de manifestações de violência associadas ao desporto, define de igual forma, tipologias de Instalações Desportivas, no seu artigo 3.º (Definições):

Complexo Desportivo – *O conjunto de terrenos, construções e instalações destinado à prática desportiva de uma ou mais modalidades, pertencente ou explorada por uma só entidade, compreendendo os espaços reservados ao público e ao estacionamento de viaturas, bem como os arruamentos principais.*

Recinto Desportivo – *O espaço criado exclusivamente para a prática do Desporto, com carácter fixo e com estruturas de construção que lhe garantam essa afetação e funcionalidade, dotado de lugares permanentes e reservados a assistentes, sob controlo de entrada.*

A Carta das Instalações Artificiais (1988) define instalação desportiva como sendo todo o recinto ou conjunto de recintos com anexos funcionais (vestiários,

balneários, arrecadações, etc.) de um único tipo. Estas instalações desportivas são classificadas em relação a quatro variáveis: Tipo, Setor, Cobertura e Modalidade, as quais são resumidas no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Caracterização das instalações desportivas quanto ao tipo (Carta das Instalações Artificiais (1988)).

CARACTERIZAÇÃO	TIPOLOGIA	CARACTERÍSTICAS	GEOMETRIA
TIPO	Grandes Campos	Instalações de ar livre que se destinam à prática de modalidades como Futebol, Hóquei e <i>Rugby</i>	> 90 x 45 m
	Pequenos Campos	Instalações de ar livre que se destinam à prática de modalidades como Andebol, Basquetebol, Patinagem, Ténis e Futsal	40 x 20 m
	Salas de Desporto	Instalações cobertas para a prática de diversas modalidades	≤ 40 x 20 m
	Pistas de Atletismo		
	Pavilhões	Multiusos, polivalentes ou monodisciplinares	Vários tamanhos
	Piscinas	Descobertas, cobertas, de competição, de formação, de lazer ou multifuncionais	Vários tamanhos
	Especiais	Kartódromo, circuito F1, campos de golfe, campos de tiro e pistas de ciclismo	
SETOR	Federado	Efetuem-se competições de carácter oficial	As consideradas na variável Tipo
	Recreação/Formação	Não se podem efetuar competições de carácter oficial	
COBERTURA	Descobertas	Pertencem aos tipos grandes campos, pequenos campos, pistas de atletismo e piscinas	
	Cobertas	Pertencem aos tipos salas de desporto e piscinas	
MODALIDADE	Todas as modalidades possíveis de serem praticadas nos diferentes tipos de instalações desportivas		

De acordo com a Carta das Instalações Artificiais, as instalações que interessam a este estudo, no que diz respeito ao tipo, são as Salas de Desporto e os Pavilhões Polivalentes, instalações desportivas cobertas que se destinam à prática do Andebol, Badminton, Basquetebol, Boxe, Esgrima, Ginástica, Halterofilismo, Hóquei em Patins, Judo, Lutas amadoras, Patinagem,

Ténis, Ténis de mesa, Voleibol, etc. A sua área encontra-se limitada nos 40 x 20 m, embora possa ser ligeiramente maior¹. O seu limite mínimo está definido em 30 x 18 m, todavia, são salas de desporto aquelas cujo comprimento é menor que 30 m e a largura é menor que 18 m. Segundo o Instituto Nacional do Desporto (s/d), uma sala desportiva deve ter uma área de 28 x 16 m. Quanto ao setor podem ser consideradas tanto federadas como de recreação/formação e somente as instalações cobertas é que foram tidas em conta.

O Decreto-Lei n.º 141/2009 de 16 de Junho que vem substituir o Decreto-Lei n.º 317/97 de 25 de Novembro vai de encontro à classificação estipulada na Carta das Instalações Artificiais, mas com ligeiras alterações. Este decreto-lei vem estabelecer o regime de instalação e funcionamento das instalações desportivas de uso público. Apesar do regime estabelecido no presente decreto-lei não se aplicar às instalações desportivas integradas em estabelecimentos de ensino, será tido em conta de forma a se poder estabelecer uma definição concreta para os Parques Desportivos Escolares. O conceito de instalação desportiva é no seu artigo 2.º definido como “o espaço edificado ou conjunto de espaços resultantes de construção fixa e permanente, organizados para a prática de atividades desportivas, que incluem as áreas de prática e as áreas anexas para os serviços de apoio e instalações complementares”. No Quadro 1.2 é feito um resumo da tipologia dessas instalações desportivas.

¹ A legislação não especifica quanto.

Quadro 1.2 – Resumo da tipologia das instalações desportivas (Decreto-Lei n.º 141/2009 de 16 de Junho).

DENOMINAÇÃO	TIPOLOGIA	EDIFICADO	CARACTERÍSTICAS
INSTALAÇÕES DESPORTIVAS DE BASE	Recreativas	a) Recintos, pátios, minicampos e espaços elementares destinados a iniciação aos jogos desportivos, tradicionais e aos exercícios físicos; b) Espaços e percursos permanentes, organizados e concebidos para evolução livre, corridas ou exercícios de manutenção, incluindo o uso de patins ou bicicletas de recreio; c) Salas e recintos cobertos, com área de prática de dimensões livres, para atividades de manutenção, lazer, jogos recreativos, jogos de mesa e jogos desportivos não codificados; d) As piscinas cobertas ou ao ar livre, de configuração e dimensões livres, para usos recreativos, de lazer e de manutenção.	Atividades desportivas de carácter informal ou sem sujeição a regras imperativas e permanentes.
	Formativas	a) Grandes campos de jogos, destinados ao futebol, rúgbi e hóquei em campo; b) Pistas de atletismo, em anel fechado, ao ar livre e com traço regulamentar; c) Pavilhões desportivos e salas de desporto polivalentes; d) Pequenos campos de jogos, campos polidesportivos, campos de ténis e ringues de patinagem, ao ar livre ou com simples cobertura; e) Piscinas, ao ar livre ou cobertas, de aprendizagem, desportivas e polivalentes.	Destinadas para a educação desportiva de base e atividades propedêuticas de acesso a disciplinas desportivas especializadas, para aperfeiçoamento e treino desportivo, cujas características funcionais, construtivas e de polivalência são ajustadas aos requisitos decorrentes das regras desportivas que enquadram as modalidades desportivas a que se destinam.

INSTALAÇÕES DESPORTIVAS ESPECIALIZADAS OU MONODISCIPLINARES	a) Pavilhões e salas de desporto destinados e apetrechados para uma modalidade específica; b) Salas apetrechadas exclusivamente para desportos de combate; c) Piscinas olímpicas, piscinas para saltos e tanques especiais para atividades subaquáticas; d) Pistas de ciclismo em anel fechado e traçado regulamentar; e) Instalações de tiro com armas de fogo; f) Instalações de tiro com arco; g) Pistas e infraestruturas para os desportos motorizados em terra; h) Instalações para a prática de desportos equestres; i) Pistas de remo e de canoagem e infraestruturas de terra para apoio a desportos náuticos; j) Campos de golfe; l) Outras instalações desportivas.	Instalações permanentes concebidas e organizadas para a prática de atividades desportivas monodisciplinares, em resultado da sua específica adaptação para a correspondente modalidade ou pela existência de condições naturais do local, e vocacionadas para a formação e o treino da respetiva disciplina.
INSTALAÇÕES ESPECIAIS PARA O ESPETÁCULO DESPORTIVO.	a) Estádios; b) Pavilhões multiusos desportivos; c) Estádios aquáticos e complexos de piscinas olímpicas; d) Hipódromos; e) Velódromos; f) Autódromos, motódromos, kartódromos e crossódromos; g) Estádios náuticos; h) Outros recintos que se configurem nos termos dos n.ºs 1 e 3 do artigo	a) Expressiva capacidade para receber público e a existência de condições para albergar os meios de comunicação social; b) Utilização prevalente em competições e eventos com altos níveis de prestação; c) A incorporação de significativos e específicos recursos materiais e tecnológicos destinados a apoiar a realização e difusão pública de eventos desportivos.

Destas Instalações Desportivas, as que se adequam mais ao presente estudo são as Instalações Desportivas de Base Formativas (artigo 7º, n.º 1), “instalações concebidas e destinadas para a educação desportiva de base e atividades propedêuticas de acesso a disciplinas desportivas especializadas, para aperfeiçoamento e treino desportivo, cujas características funcionais, construtivas e de polivalência são ajustadas aos requisitos decorrentes das regras desportivas que enquadram as modalidades desportivas a que se destinam”.

No n.º 2 do artigo 7º, consideram-se instalações de base formativas para este estudo a alínea c), Pavilhões desportivos e salas de desporto polivalentes.

Neste seguimento, Romo (2007) classifica os espaços desportivos em quatro grandes grupos: convencionais, singulares, não convencionais e simbólicos ou conjunturais que se passam a descrever com mais pormenor.

- Espaços desportivos convencionais: são espaços construídos especificamente para a prática da atividade física e o desporto, quase sempre dispõem de regulamentação, cujas características, requisitos e dimensões normalizadas são emanadas pela federação desportiva correspondente. Quando reúne todas pode-se falar de um espaço convencional regulamentar apto para realizar competições oficiais. Estes podem subdividir em quatro grandes famílias: pistas pequenas, campos grandes, salas grandes e pequenas e piscinas.

- Espaços desportivos singulares: são também construídos especificamente para a prática de atividade física e do desporto. São espaços com maior especificidade que os convencionais e, portanto, menos comuns. Os mais característicos são os seguintes: circuitos de corrida e manutenção, circuitos de motor, circuitos de bicicletas, campos de golf, canais de remo, espaços para desportos de Inverno, etc.

- Espaços desportivos não convencionais: são espaços que não foram construídos de maneira específica para praticar atividade física e desporto, foram criados a partir de uma adaptação do espaço natural ou das infraestruturas. Dependendo do meio onde se desenrola a atividade, podem-se classificar em: terrestres, aéreos e aquáticos.

- Espaços desportivos simbólicos ou conjunturais: surgem a partir de uma adaptação do espaço natural ou das infraestruturas. Neste caso concreto, a adaptação do espaço da prática é efémera ou de caráter temporal. Alguns exemplos de espaços desportivos simbólicos ou conjunturais seriam os seguintes: um lago onde se pratica esqui, uma zona onde frequentemente se realiza windsurf, um passeio onde as pessoas praticam patinagem, etc.

De acordo com quatro especialistas espanhóis na área das instalações desportivas (Fernando de Andrés, Guillermo e Luís Ortego e José Gomez,

1997), as instalações desportivas escolares são constituídas por campos polidesportivos ao ar livre, pistas de atletismo reduzidas, salas e piscinas cobertas para ensino. Estes autores referem que estas instalações são primordialmente utilizadas para a prática da maioria das modalidades básicas do programa de Educação Física e seu aproveitamento polivalente, mas também podem servir para a recreação e pequenas competições locais sem espetadores.

Até aqui, tentou-se enquadrar os Parques Desportivos Escolares nas várias classificações e tipologias das instalações desportivas. A seguir, especifica-se e define-se melhor este conceito, unificando-o, propondo-se uma definição para Parques Desportivos Escolares:

Conjunto de infraestruturas desportivas cobertas (pavilhões e salas de desporto), previamente preparadas e construídas, nas quais se desenvolvem primordialmente, modalidades desportivas básicas estipuladas pelo programa de Educação Física. Consideram-se pavilhões os espaços, que permitem a realização de aulas de educação física e de atividades físico-desportivas e que possibilitem a prática de uma ou várias modalidades desportivas coletivas (exemplo: Basquetebol, Voleibol, Futebol, etc.). Salas de desporto são aquelas que não estão pensadas para a prática de modalidades coletivas, mas para a realização de diferentes atividades físico-desportivas ou modalidades individuais ou de pares sem grandes exigências de espaço (exemplo: Ginástica, Badminton, Dança, Luta, etc.). Constituídos ainda por campos exteriores e pistas de atletismo reduzidas.

1.1.2. CONCEITO DE QUALIDADE NOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES

A elevada divulgação que tem vindo a ser efetuada aos benefícios da prática regular de atividade física acabou por originar a grande procura do produto (atividade física) e como consequência houve necessidade de aumentar a oferta (Dionísio *et al.* (s/d)). Daí, o facto de se assistir hoje a uma extraordinária proliferação de Instalações Desportivas que, de alguma forma, orientam as suas atividades de maneira a satisfazer as necessidades da procura.

Essa proliferação de Instalações Desportivas registada nos últimos anos desencadeou uma forte concorrência que, por sua vez, incentivou uma crescente e generalizada exigência de mais e melhor qualidade.

Segundo Teruelo (2002), a Era Moderna é cada vez mais exigente e, sem dúvida, ainda o é mais com os serviços públicos. Para este autor, os serviços desportivos cada vez mais satisfazem necessidades centrais e não residuais. Por isso, devem ser prestados sempre com níveis de qualidade de acordo com o desenvolvimento económico, social e cultural desportivo dos cidadãos que servem. Correia (2000) referiu a este propósito que a sociedade é cada vez mais exigente e satisfazer as suas expectativas e necessidades passa precisamente pelo aumento da qualidade. Isto porque não se pode continuar a maximizar e a esbanjar recursos escassos e não renováveis sem olhar às consequências que daí podem advir. A qualidade assume assim um papel de destaque na nossa sociedade, tornando-se um dos principais indicadores dos serviços privados mas também e cada vez mais dos serviços públicos.

As pessoas começam a ter cada vez mais referências de infraestruturas sociais como o cinema, o teatro, pavilhões desportivos, piscinas, ginásios e até o conforto do próprio lar. Ao estarem melhor informadas, deparam-se com novas realidades, desenvolvendo o seu espírito crítico e conseqüentemente, tornando-se mais exigentes. Deste modo, o conforto, a higiene, a saúde, as instalações esteticamente mais agradáveis, corretamente dimensionadas e equipadas, vão obviamente ter uma relação direta com o seu bem-estar físico e psicológico. Como tal, é necessário concentrar-se na qualidade e perceber o seu conceito.

Assim, o interesse pelo estudo da qualidade tem sido crescente. Diversos autores referem a necessidade que as organizações têm de apostar na qualidade, tornando-as mais competitivas, contribuindo assim para o desenvolvimento económico de um país (Chelladurai e Chang, 2000; Kouthouris e Alexandris, 2005; Maia e Quaresma (2003); Papadimitrou e Karterolis, 2000).

O conceito de qualidade é visto por diversos autores como sendo multidimensional, sujeito a diferentes abordagens, e definido de acordo com

diversas perspetivas, não existindo uma definição única de qualidade. (Brady e Cronin, 2001; Cronin e Taylor, 1992; DabholKar, Thorpe e Rentz, 1996; Parasuraman, Zeithaml e Berry, 1985, 1988).

De acordo com o Dicionário de Língua Portuguesa (s.d., p.1174) o conceito de qualidade é uma palavra que deriva do latim *qualitate*, que significa essência. Qualidade designa, pois, a parte essencial das coisas, aquilo que as torna mais importantes e determinantes.

O conceito de qualidade parece ser tão abrangente e universal, que pode ser interpretado e aplicado de formas muito distintas. A grande maioria das definições acaba por se basearem nas necessidades, expectativas, perceções e satisfação dos consumidores. No Quadro 1.3 apresentam-se algumas dessas definições de uma forma resumida.

Quadro 1.3 – Definições de qualidade (Adaptado de Maia, 2007).

Definições de qualidade
•Grau previsível de uniformidade e confiança ao mais baixo custo e adaptado às necessidades do mercado (Deming, 1982)
Conjunto completo das características de <i>marketing</i> , engenharia, fabricação e manutenção de um produto ou serviço através do qual cumprirá as expectativas dos clientes (Feigenbaum, 1983)
Espécie de atitude relacionada com o resultado de comparar expectativas e realizações, mas que não equivale à satisfação (Parasuraman et al., 1988)
O juízo dos consumidores sobre a excelência ou superioridade de um produto é que define a qualidade do mesmo (Zeithalm, 1988)
O nível de excelência para satisfazer os clientes (Horovitz, 1990)
É aquilo que vai de encontro ou excede as perspetivas dos consumidores a um custo que represente um valor para os mesmos (Sayers, 1991)
Capacidade que qualquer facto tem para satisfazer uma necessidade, resolver um problema ou fornecer benefícios para alguém (Albrecht, 1992)
Capacidades dos serviços responderem satisfatoriamente às necessidades dos clientes (Juran, 1995)
A totalidade das propriedades e características de um produto ou serviço que lhe fornece a capacidade para satisfazer as necessidades específicas ou implícitas (NP EN ISO 8402, 1995).
O conjunto de atributos tangíveis ou intangíveis a um serviço, e que permite satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes a quem se destina (Pires e Santos, 1996).

De acordo com Crespo (1991) a qualidade dos espaços “não se identifica com o luxo e ostentação mas com o valor estético das respostas dadas, a flexibilidade e a sobriedade das soluções adaptadas, a capacidade de utilização multiforme, a longo prazo, a economia dos elementos em causa”.

Cruz e Carvalho (1994) definem-na do seguinte modo: “A qualidade é a conformidade em relação a especificações e parâmetros definidos, conhecidos por todos na empresa e estabelecidos pelos clientes, em permanente revisão para que se encontrem em cada momento dinamicamente ajustado às suas reais necessidades.”

Para Pires e Santos (1996), a qualidade de um produto ou serviço “é um conjunto de atributos tangíveis e intangíveis associados a esse produto ou serviço, que permitem satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes a que se destinam.”

Tradicionalmente, o conceito de qualidade referia-se à eficiência do serviço. Porém, atualmente, este conceito passou a centrar-se no cliente. Correia (2000) está de acordo com esta afirmação, quando refere que a qualidade é “um fator estratégico de desenvolvimento das organizações cujo objetivo é a fidelização do cliente, a conquista de novos clientes e de recursos.”

Teruelo (2002) define qualidade como o conjunto de propriedades de um serviço que o torna capaz de satisfazer as necessidades estabelecidas e explícitas ou ainda, a diferença entre as expectativas criadas e as prestações percebidas (não só oferecidas). O autor refere ainda que qualidade é dar ao cliente aquilo que se prometeu e cumprir com as especificações do serviço.

A norma ISO 8402 (1999) define qualidade como o conjunto das características de uma entidade (processo, produto, organização/sistema/pessoa, ou qualquer das suas combinações) que lhe conferem aptidão para satisfazer necessidades explícitas ou implícitas.

Na verdade, cada vez mais aparecem instalações desportivas por todo o país, oferecendo os mais diversos serviços e atividades físicas, muitas das vezes, sem cumprirem o mínimo de regras, condições e conforto ambiental e sem terem recursos materiais e humanos necessários para o que deve ser o bom

funcionamento de uma instalação desportiva, de acordo com um padrão de qualidade.

Seguindo a mesma linha de pensamento, Pires (1993) afirma que “qualquer um pode alugar um espaço, montar um ginásio e permitindo-se pôr a funcionar um serviço, um ginásio, um centro de musculação, uma sala de aeróbica, um centro de artes marciais sem qualquer controlo prévio de qualidade; sem qualquer orientação normativa em relação a objetivos; tipo e caracterização dos serviços prestados; condições de higiene; espaço; acústica; condições de arejamento; condições sanitárias; luminosidade; piso; condições de segurança; material utilizado; serviços de apoio; responsabilidade civil; enquadramento médico ou enquadramento técnico”.

Paralelamente ao crescimento do número de Parques Desportivos Escolares por todo o país observa-se a progressiva diversificação das ofertas no domínio das práticas desportivas e criação dos mais variados serviços, sem estarem sujeitos à partida, ao cumprimento de condições mínimas de qualidade. Talvez por isso mesmo, se tenha que apostar na qualidade dos seus serviços e das suas infraestruturas para satisfazer os seus utilizadores.

Apostar na qualidade permite reduzir custos e aumentar a competitividade no mercado. Claro que para ter qualidade é necessário um maior investimento e os parâmetros a definir terão que ser permanentemente ajustados às necessidades dos utilizadores.

Os Parques Desportivos Escolares, enquanto instalações acessíveis a todo o tipo de público (alunos, professores e outros utilizadores), possuem bastantes responsabilidades na prestação de serviços, principalmente porque estes têm como objetivo principal a promoção e prevenção da saúde, melhoria da qualidade de vida e bem-estar físico e psíquico através da atividade física. Todos estes objetivos devem ser executados com qualidade.

Surge então uma questão:

O que é considerado *qualidade* no âmbito estrito dos Parques Desportivos Escolares?

O conceito de Qualidade, que talvez mais se adequa aos Parques Desportivos Escolares, é o de Pires e Santos (1996), que refere que qualidade é um

conjunto de parâmetros tangíveis e intangíveis que permitem satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes a que se destinam. Este conceito é alargado às áreas da conceção arquitetónica, *design*, segurança, saúde, formação, competência dos recursos humanos, economia e funcionalidade dos sistemas, higiene e conforto ambiental; implementando estratégias orientadas, por um lado, para a melhoria do desempenho da organização e, por outro, para a satisfação dos utilizadores.

De encontro ao que foi referido anteriormente estão os autores Brady & Cronin (2001), quando reforçam que as instalações e os equipamentos são o suporte físico para a prestação do serviço e são a parte tangível do serviço. Estes autores mencionam ainda que as relações que o cliente experimenta com as instalações e os equipamentos, são no contexto das instalações desportivas escolares, determinadas pelos aspetos relacionados com a acústica, térmica, iluminação, pisos, condições de higiene e dos espaços disponíveis para a prática. Daqui resultam perceções relacionadas com a qualidade de instalações.

Posto isto, torna-se importante não só ter em atenção a qualidade de prestação de serviços (parâmetros intangíveis) mas, apostar também na qualidade dos parâmetros tangíveis, isto porque a construção destas instalações nem sempre corresponde a uma melhoria na qualidade e conforto ambiental, nem na qualidade dos serviços prestados aos utentes. Isto porque, constrói-se cada vez mais e com mais rapidez o que leva por vezes à utilização de materiais e sistemas mais baratos e não se baseando em regras básicas que possam proporcionar o mínimo de condições para os utentes.

Já o antigo decreto-lei n.º 317/97 de 25 de Novembro vai de encontro ao referido anteriormente quando referencia que “com a degradação precoce das instalações e da qualidade dos serviços desportivos, o repetido recurso a soluções funcionais e construtivas baseadas em referenciais de qualidade insuficiente, quase sempre resultantes de critérios sumários ou unicamente apoiadas na interpretação das regras emanadas das organizações de atividades desportivas, são frequentemente redutoras dada a sua especificidade e objetivos”.

Perante esta realidade, este estudo assume pertinência, na medida em que procura dar uma resposta aos problemas levantados anteriormente, nomeadamente no que diz respeito aos parâmetros de qualidade e conforto ambiental em Parques Desportivos Escolares.

1.1.3. CONCEITO DE CONFORTO NOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES

À semelhança do conceito de qualidade, também o conceito de conforto não é fácil de definir. Vários autores partilham da mesma opinião quando referem que não é simples descrever este conceito, uma vez que não existe uma definição universalmente aceite na literatura (Pineau, 1982; Lueder, 1983; Slater, 1985; Zhang, 1992; Sanders e McCormick, 1993; Quehl, 2001 cit. por Linden e Guimarães, 2004).

Segundo Linden e Guimarães (2004) o conforto é um tema importante para as sociedades contemporâneas porque constantemente as pessoas, no seu quotidiano, são expostas a estímulos comerciais que vinculam produtos à ideia de conforto. Estes autores referem ainda que os resultados do seu estudo indicam que o conforto é multidimensional, com dimensões subjetivas e objetivas.

Neste contexto, o conceito de conforto é fulcral, pois deve estar inerente na planificação construtiva, conceção, gestão e utilização de Parques Desportivos Escolares.

Concomitantemente é feita uma breve revisão sobre o conceito de Conforto na perspetiva de vários autores, por forma a enquadrar este conceito neste estudo.

A origem da palavra conforto está ligada ao conceito de consolo ou apoio, a partir da palavra latina *cumfortare*, derivada de *cum-fortis*, significando aliviar dor ou fadiga. Originalmente, esse foi o significado do francês *confort*, que no século XIII deu origem ao inglês *comfort* (Maldonado, 1991; Quehl, 2001, cit. por Linden e Guimarães, 2004) e, na língua portuguesa, à palavra conforto (Instituto Antônio Houaiss, 2001, cit. por Linden e Guimarães, 2004). A evolução dos seus significados corresponde à evolução da cultura ocidental e

espelha a mudança dos valores espirituais desde o início do cristianismo para a atual busca de bem-estar material. A Revolução Industrial levou à visão do conforto como uma necessidade lícita e comprometida com a modernização (Maldonado, 1991, cit. por Linden e Guimarães, 2004).

Mussi (1996) no âmbito da literatura de enfermagem refere que o bem-estar é apontado como elemento comum nas definições de conforto, caracterizando assim a concepção subjetiva do conforto.

A autora verificou, nas definições de conforto encontradas, que a concepção de conforto pode adquirir significado de *estado*, expresso pelos vários autores como: estado de alívio, consolo (Webster's, 1049, cit. por Mussi, 1996); estado subjetivo em que se verifica uma sensação de bem-estar mental e físico, isento de dor, desejo ou ansiedade (Elhart et al., 1983, cit. por Mussi, 1996); estado de comodidade e bem-estar em que a pessoa está à vontade consigo mesma e com o seu ambiente (Du Gas, 1984, cit. por Mussi, 1996); estado relaxado, quando as pessoas experienciam emoções positivas, livres de extrema tensão e dor, têm uma sensação de relaxamento (Leal, 1986, cit. por Mussi, 1996); estado de harmonia, resultado da integração corpo-mente-espírito na relação consigo mesmo, dela e do ambiente, em que se sente num ambiente familiar, segura, cuidada, amada, e em controle (Neves-Arruda et al., 1989, cit. por Mussi, 1996).

Segundo Mussi (1996) o termo conforto aparece ainda como antônimo de desconforto. A autora refere ainda que a multidimensionalidade do termo conforto expressa nas definições é ratificada por vários autores, ao designarem que este envolve aspetos de natureza *física, social e psicológica, espiritual e ambiental*.

Os autores Vianna e Gonçalves (2001), cit. por Neto et al. (2002), vão de encontro ao que foi mencionado anteriormente quando referem que o conforto pode ser entendido como a avaliação das exigências humanas, pois está baseada no princípio de quanto maior for o esforço de adaptação do indivíduo, maior será a sua sensação de desconforto.

Segundo Bueno (2001), cit. por Neto et al. (2002), um espaço onde as variáveis de conforto são controladas, provavelmente, contribuirá para um melhor

desempenho dos seus utilizadores e, conseqüentemente para um melhor resultado na qualidade das tarefas realizadas.

Cumprir salientar que durante o período de revisão da literatura sobre a questão do significado do conforto e quais as suas dimensões, constatou-se que ainda é muito escasso o número de publicações e de pesquisadores interessados, neste conceito. Os meios académicos que exploram esta temática são primordialmente a Ergonomia, a Enfermagem e o *Design*, existindo pouca bibliografia específica no âmbito do conforto nas instalações desportivas. Esta temática torna-se pertinente no nosso estudo na medida em que o utilizador pode apresentar necessidades de conforto não atendidas, sendo que perante esta situação pressupõe-se a necessidade de intervenção para maximizar o conforto. É neste contexto que este trabalho se baseia, mostrar as ferramentas necessárias para se poder maximizar o conforto nas instalações desportivas escolares.

Assim, no âmbito académico, na área das ciências do desporto, surge o autor Cunha (2007) que partilha desta opinião ao referir que o conforto é um conceito fundamental a ter em conta na conceção, construção, gestão e utilização das instalações desportivas. O autor salienta ainda que deve ser um objetivo a seguir pelos agentes que intervêm em todas as fases destes três processos.

Cunha (2007) refere igualmente que o conforto geral numa instalação desportiva indicia uma predisposição do espaço para uma utilização que se adivinha proveitosa e agradável. Que é aquele que o praticante sente quando toma contacto com o espaço, como estando preparado para o receber.

O conforto (desportivo), é também definido como uma medida equilibrada que revela o ajustamento das condições de realização às necessidades da prática e do praticante desportivo cujos efeitos resultam a vários níveis, quer através de melhores prestações desportivas, de melhor mobilização e adesão às práticas correspondentes, quer inclusivamente originando sensações positivas, reforçadas em imagens mentais construídas pelos praticantes ou utilizadores dos espaços da instalação desportiva, que os impelem ao retorno e correspondente reutilização futura (Cunha, 2007).

Este autor baseia este conceito no cumprimento das seguintes características:

- a) Adequação do espaço e apetrechamento à prática desportiva;
- b) Não ser fator de risco para os utilizadores ou a outro nível, nomeadamente para a sua integridade física, saúde e segurança;
- c) Ser capaz de provocar sensações positivas, desencadeando no utilizador a vontade de voltar a usufruir da instalação e de realizar nela atividade física;
- d) Permitir o desenrolar das ações relativas à prática desportiva e a todas as outras práticas complementares;
- e) Permitir a realização das ações necessárias com o correspondente desafoço.

Até aqui tentou-se definir conforto mas, antigamente, o conceito de conforto não era tão complexo como nos dias de hoje, já que não eram considerados certos fatores que na nossa sociedade moderna começam a ser exigidos, como fatores imprescindíveis para se adquirir conforto. Neste encadeamento começa a surgir o conceito de conforto ambiental.

“ à medida que aumenta o conhecimento científico diminui o grau de humanização do nosso mundo...o homem sente-se isolado no cosmos porque, já não estando envolvido com a natureza, perdeu a sua “identificação emocional inconsciente” com fenómenos naturais. E os fenómenos naturais, por sua vez, perderam aos poucos as suas implicações simbólicas.”

Carl Jung (s/d)

Pode-se considerar que os princípios do conforto ambiental, segundo Rheingantz (2001) surgiram na Pré-História, quando o homem descobriu que, nas estações frias era conveniente habitar em cavernas com a abertura originada na direção dos raios solares. Enquanto a disponibilidade de energia era restrita, otimizou o seu uso maximizando a aplicação dos recursos disponíveis e produziu uma arquitetura em perfeita harmonia com o clima.

O desenvolvimento tecnológico e científico leva mais tarde o homem a construir ambientes climatizados, que para Rheingantz (2001) evidencia a sua “vitória” sobre a natureza. Neste seguimento, Rheingantz (2001) é de opinião que os novos edifícios passam a ser tratados como objetos dentro dos quais se deve criar, artificialmente, uma temperatura agradável e predomina a conceção centrada no edifício enquanto objeto estético desprovido de contexto histórico.

Nesta linha de pensamento o conforto ambiental passa a ser utilizado em vários contextos. No desempenho do ambiente de trabalho Vischer (2007) refere que a teoria do conforto ambiental considera como *stressantes* situações nas quais o conforto é inadequado. A autora define três níveis de conforto: conforto físico, conforto funcional e conforto psicológico, cada qual passível de medição, sendo que os três juntos determinam a moral e o bem-estar dos usuários, assim como o seu desempenho e eficácia na realização de tarefas.

Graça e Kowaltowski (2003) consideram como parâmetros de conforto ambiental, o conforto luminoso, o conforto térmico, o conforto acústico e o conforto funcional.

Cunha (2007) corrobora com os dois autores mencionados anteriormente, na vertente do conforto “desportivo”, quando refere que o conforto pode ser constituído por vários elementos, do ponto de vista da utilização ou valoração que se está a realizar e identifica-os como podendo ser estéticos, funcionais, de higiene, de segurança, de desafogo e de reserva. Este autor enumera vários tipos de conforto desportivo: conforto geral, conforto estético, conforto acústico e auditivo, conforto visual e luminoso, conforto térmico, conforto pneumático e conforto quinestésico.

No contexto das instalações desportivas, Romo (2007) refere que o projeto dos diferentes espaços desportivos, assim como alguns espaços complementares deve ter-se em conta o conforto ambiental para os utilizadores, ou seja, adequada iluminação, temperatura apropriada, boa acústica, etc., com um custo o mais ajustado possível. É importante também, conseguir que a estética final da instalação seja agradável, onde deve prevalecer sempre a funcionalidade e o conforto sobre os aspetos de carácter puramente estéticos. Após este enquadramento e a partir deste ponto, é especificado qual o conforto ambiental em que se centra este estudo.

1.1.4. PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL EM PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES

Apesar dos aspetos intangíveis serem bastante importantes para se oferecer conforto na atividade física, existem aspetos tangíveis que se não forem logo

analisados poderão vir a colocar em causa a qualidade e o conforto ambiental dos utentes. Se não se apostar inicialmente no controlo dos valores desses parâmetros poder-se-á posteriormente ter custos adicionais, para melhorar ou reabilitar as incomodidades, o que traz entraves ao bom funcionamento dos Parques Desportivos Escolares.

Romo (2007) corrobora a afirmação anterior quando menciona que não é difícil observar instalações desportivas cujo projeto não deu resposta apropriada a estes parâmetros de conforto. O autor salienta um exemplo que espelha bem esta realidade: é possível encontrar *centros desportivos*, munidos de piscinas cobertas e salas de desporto, em que não existe nenhum tipo de separação física entre estes espaços quando, na realidade, os seus parâmetros de conforto ambiental (humidade relativa, temperatura ambiente, etc.) são completamente diferentes. Esta situação, para além de afetar de maneira direta os utilizadores, também incide na deterioração mais acelerada dos materiais e equipamentos desportivos, assim como no aumento dos consumos energéticos. Romo (2007) conclui que, se no projeto destas instalações se tivesse previsto separar fisicamente os diferentes espaços com uma superfície envidraçada, estes problemas poderiam ser evitados.

A sociedade atual está mais exigente e quanto mais conforto, as instalações tiverem, mais bem-estar aos alunos, professores e outros utentes vão proporcionar, originando sensações de bem-estar. Para os gestores deste tipo de instalações tal propicia menores encargos, melhor manutenção dos equipamentos e materiais; para os professores origina maior conforto ambiental e fisiológico, o que leva a uma maior qualidade na lecionação das suas aulas; para os alunos traz maior conforto fisiológico na execução das suas tarefas.

Apesar da grande competitividade e concorrência existente atualmente no âmbito das ofertas das instalações desportivas, os Parques Desportivos Escolares que apresentem conforto e qualidade nas suas instalações desportivas poderão gerar fontes de rendimento para a própria escola.

Dado a importância que os Parques Desportivos Escolares estão a assumir dentro do mercado de atividades desportivas, na resolução da obesidade infantil e outros problemas ao nível da saúde pública, questiona-se se serão

capazes de dar resposta a problemas que possam advir da qualidade da construção dos mesmos. Para elucidar esta preocupação, cria-se o seguinte exemplo: imagine-se um professor qualificado a lecionar os conteúdos do programa de Educação Física onde a acústica não permite uma audição em boas condições aos seus alunos. Para além de não conseguirem apreender os conteúdos, causa sensações desagradáveis, como irritabilidade, falta de concentração, indiferença, que levam a comportamentos desviantes, realidade cada vez mais comum nos dias de hoje nas nossas escolas. Pode-se utilizar o mesmo exemplo relativamente às características do piso (muito escorregadio e com pouca absorção dos impactos) não adequado às modalidades praticadas, que podem ter repercussões negativas sobre a estrutura óssea do aluno (tais como lesões articulares, etc.). Para além destes aspetos, surgem questões ligadas à higrotérmica, à higiene e à qualidade do ar, podendo originar desconforto ambiental neste tipo de instalações que se dizem promotoras da saúde e bem-estar físico e psicológico.

Curiosamente, não se encontra esta perspetiva conforto e qualidade, mais ligada à conceção e construção de espaços e equipamentos, referenciada na literatura, surgindo um hiato que se pretende agora minorar ou colmatar.

Ao enveredar-se por este caminho, pretende-se reforçar o papel do profissional de Educação Física na tomada de decisão sobre esta matéria, nomeadamente enquanto elemento integrado no funcionamento do Parque Desportivo Escolar e, conseqüentemente, beneficiário da qualidade dos equipamentos e infraestruturas que este possa fornecer e, enquanto pedagogo e influenciador das boas práticas desportivas, conhecedor das características de materiais e atividades e seus efeitos sobre o aluno.

O profissional de desporto torna-se assim um importante auxiliar para arquitetos e engenheiros na conceção e construção deste tipo de instalações bem como na posterior manutenção dos níveis de qualidade das mesmas.

Nesta linha de pensamento considera-se importante o profissional de desporto adquirir conhecimentos ao nível dos parâmetros de qualidade e conforto ambiental, nomeadamente em acústica, térmica, humidade, ventilação, luminosidade, pisos, coloração, acessibilidade, condições de higiene e

segurança. Para tal, procurou-se analisar cada um destes parâmetros de forma a conhecer com maior profundidade a sua função e aplicabilidade na construção dos Parques Desportivos Escolares (PDE). Apesar de se considerar todos os parâmetros anteriormente referidos bastante importantes para a qualidade e conforto ambiental nos PDE, ir-se-á aprofundar com maior rigor a acústica, a higrotérmica e a iluminação, que serão pois os parâmetros quantificados neste estudo. De frisar, mais uma vez, a importância de todos os parâmetros, não tendo sido no entanto, possível a sua avaliação global devido aos condicionalismos temporais existentes e à especificidade dos equipamentos a utilizar nas avaliações em trabalho de campo. Esta seleção também se baseou no inquérito social aplicado, o qual identificou os três parâmetros acima destacados como os mais importantes.

O objetivo de qualquer edifício desportivo é a sua integração com toda a sua envolvente natural. Antes de se construir em qualquer lugar, deve-se conhecer as características ambientais do envolvimento natural: topografia, vegetação, clima (ventos, precipitações, temperaturas, radiação solar, humidade relativa, etc.). Desta forma, pretende-se que estes fatores sejam tidos em conta na definição arquitetónica e construtiva da instalação desportiva, para que esta possa aproveitar ao máximo as condições naturais que permitam um melhor comportamento energético e meio ambiental, relacionando-se ao máximo com o seu envolvimento natural e urbano.

Também há que conhecer por exemplo, os parâmetros acústicos, ou seja, o tipo de fontes de ruído desse local e conhecer os níveis sonoros máximos aceitáveis no interior do edifício.

Do mesmo modo, tenta-se minimizar o impacto que se pode produzir com a implantação da instalação desportiva nesse espaço, tentando modificar o menos possível as condições naturais pré-existentes.

1.1.4.1. ACÚSTICA

Perante o crescente aumento do ruído, considera-se a Acústica um dos parâmetros importantes a considerar como fator de incomodidade, na qualidade e conforto ambiental nos Parques Desportivos Escolares (PDE).

As primeiras razões para tentar controlar o ruído nos PDE relacionam-se com o aumento do conforto para os professores, alunos e utentes e com a melhoria da comunicação entre os utilizadores das instalações. Apesar de não existir grave ameaça de perda de audição devido aos abusos do som existente no interior do PDE, altos níveis de ruído podem causar outros problemas fisiológicos. O ruído pode ser disruptivo e é habitualmente irritante, podendo também interferir na privacidade individual de cada um. No entanto, talvez o mais importante seja os efeitos negativos do ruído na execução de tarefas. O ruído pode ser considerado como sendo os estímulos sonoros provenientes de terceiros e indesejáveis.

Neste seguimento, Wallis (1986) define ruído como um som desagradável, mas um som produzido pela mesma fonte poderá ser “desejável” para aqueles que participam na atividade em causa e “indesejável” para qualquer outra pessoa. Para Gerges (1992) um ruído é apenas um tipo de som, mas um som não é necessariamente um ruído. O autor associa ruído a som desagradável e indesejável; som em termos mais técnicos é a variação da pressão atmosférica dentro de dois limites de amplitude e banda de frequências aos quais o ouvido humano responde.

Sendo assim, o objetivo geral do estudo da Acústica nas instalações desportivas escolares será o de reduzir e limitar os ruídos que possam de alguma forma perturbar a prática desportiva.

Saraiva (1987) refere que volvidos tantos anos, as coisas chegaram a tal ponto, que os ruídos são mais fortes, aparecendo novas fontes de ruído, ruído e mais ruído, não só como fator de incomodidade, mas também como perigo para a saúde.

O conforto acústico já há muito se considera confinante com os aspetos de saúde, em virtude de na sua ausência se manifestarem efeitos muito diversos que podem atingir o trauma psíquico. Estes dois fatores conjugados fazem com que a Acústica em PDE mereça um tratamento mais cuidado e generalizado do que se tem verificado.

A intensidade de um ruído, é medida na unidade decibel (dB), seja qual for e onde se produza. Para Saraiva (1987) o limiar de audição fixa-se em zero

decibel; a partir daqui entra-se na gama de audibilidade. Esse autor admite ainda que o “silêncio” se situa abaixo dos 25 dB(A). Trata-se de uma escala logarítmica, o que quer dizer que 100 dB(A) representam uma intensidade cerca de 10 vezes superior a 90 dB(A). Salienta-se só um valor como exemplo, no entanto, deixa-se bem expresso que as afeções, tanto fisiológicas como psíquicas consequentes da exposição a elevados níveis sonoros durante determinado tempo são mais graves do que se imagina geralmente, podendo resultar em redução da sensibilidade auditiva, ou seja, perda parcial permanente de audição. Para além da perda de audição outro aspeto negativo será o efeito do ruído nos sistemas extra-auditivos. Efeitos esses, que podem ser, segundo a Direção Regional do Ambiente (s.d.) e Gerges (1992), a aceleração da pulsação, aumento da pressão sanguínea e estreitamento dos vasos sanguíneos, ou ainda, a contração dos músculos das vísceras, modificações do funcionamento das glândulas endócrinas, sobrecarga do coração e tensões musculares.

Para Simões (1990) o ruído excessivo provoca modificações no sistema nervoso central e no sistema de equilíbrio vestibular. Tudo isto vai provocar mudanças de comportamento, tais como: nervosismo, fadiga mental, frustração, prejuízo no desempenho do trabalho, etc. Saraiva (1987) e a Direção Regional do Ambiente (s.d.) corroboram com o autor anteriormente citado quando referem que é frequente observar pessoas que sofrem de dores de cabeça, enxaquecas, doenças de estômago, úlceras, acidentes cardíacos, insónias, depressões nervosas, falta de atenção, concentração e vontade, ansiedade, decorrentes dos malefícios do ruído. Saraiva mostra como o ruído está a atingir a vida quotidiana, referindo que os apartamentos ou casas, locais tidos como descanso, são hoje invadidos pela poluição sonora e onde os 25 dB(A) são largamente ultrapassados. O ruído de fundo que penetra nelas ultrapassa habitualmente os 35 a 40 dB(A). A cozinha moderna é o local mais ruidoso do lar, devido às máquinas de lavar louça e de roupa, ao frigorífico, etc., que ao trabalharem em conjunto podem atingir os 80 a 85 dB(A).

Entre os diversos ruídos que poluem a vida quotidiana, o produzido por certas atividades de lazer distingue-se unicamente pelo facto de ser um ruído

voluntário. Com efeito, aqueles que praticam atividades de lazer como aeróbica, *step*, musculação e *cardio* fazem-no por prazer. O ruído é para eles, se não a principal razão por que se dedicam a essa atividade, pelo menos um dos seus atrativos. Estamos a falar da música, geralmente considerada como agradável, que pode porém brutalizar o ouvido, agredir o organismo e transformar-se num malefício social intolerável. Contudo, nestas atividades, serve como elemento de principal motivação para a realização destas aulas, tanto para os alunos como para o professor que as leciona e é difícil imaginar atividades como a dança aeróbica, danças sociais ou tradicionais portuguesas sem música.

É consensual que um ruído demasiado intenso é prejudicial. Segundo Wallis (1986) para além de um certo limiar, da ordem dos 85 dB(A), pode provocar uma alteração da audição, perturba o sono dos que a ele estão sujeitos, incomodando a sua concentração e de um modo geral, provocando mau humor. Wallis (1986) define ruído como um som desagradável, mas um som produzido pela mesma fonte poderá ser “desejável” para aqueles que participam na atividade em causa e “indesejável” para qualquer outra pessoa.

1.1.4.1.1.O OUVIDO HUMANO

Mas, então surge uma dúvida, como é que o ruído pode “brutalizar” o ouvido? Não se deseja definir e caracterizar em profundidade o sistema auditivo, pois fugir-se-ia ao objetivo deste trabalho, mas considera-se pertinente explicar muito brevemente como e porquê a exposição prolongada ao ruído pode deteriorar o sistema auditivo.

O ouvido humano é um sofisticado sensor. É um sistema bastante sensível, delicado, complexo e discriminativo. Ele permite perceber e interpretar o som.

O ouvido pode ser dividido em três partes: ouvido externo, médio e interno. O ouvido externo e o ouvido médio apenas estão envolvidos na audição, enquanto o ouvido interno atua simultaneamente na audição e no equilíbrio.

Há uma vasta gama de perceção do som audível mas para além dela o som provoca dor, podendo danificar de forma irreversível o mecanismo fisiológico da audição.

Segundo Komniski e Watzlawick (2007) o som é recebido no ouvido externo e propaga-se através do meato acústico externo (MAE), alcançando a membrana timpânica, movimentando-a. Este movimento é transmitido via cadeia ossicular ao ouvido interno, uma cavidade situada na estrutura óssea do crânio e preenchida por um líquido. Este líquido, na parte do ouvido interno chamada cóclea, vibra; membranas e células ciliadas na cóclea, muito sensíveis a esta vibração geram impulsos elétricos quando apropriadamente estimuladas. Os impulsos são transmitidos através do nervo auditivo ao cérebro, onde são decodificados. O resultado é uma sensação sonora. A vibração que excita as células ciliadas da cóclea é resultado da cadeia de eventos descrita acima, é chamada de “condução aérea”. Quando o som vibra diretamente, o crânio e/ou vibra as paredes do MAE, que por seu turno estimulam a cóclea, tem-se a chamada “condução óssea”. O órgão sensitivo final, a cóclea, é o mesmo em cada caso, apenas o caminho da excitação se altera. Como o som é vibração, o ouvido interno receberá simultaneamente a excitação tanto pelo caminho aéreo como pelo ósseo.

“As anomalias auditivas são muitas vezes provocadas por exposições intensas ao ruído, de onde advém por vezes a surdez para sons de alta frequência, causada pela exposição prolongada e excessiva a sons muito intensos, pois os sons de alta frequência são geralmente mais intensos e mais lesivos...” (Guyton, 1992).

Segundo Gerges (1992) e indo de encontro ao referido anteriormente, o primeiro efeito fisiológico de exposição a níveis altos de ruído, é a perda de audição na banda de frequências de 4 a 6 kHz. O efeito é acompanhado pela sensação de percepção do ruído após o afastamento do campo ruidoso. Este efeito é temporário, recuperando mais tarde o nível original do limiar da audição. Se a exposição ao ruído é repetida antes da completa recuperação, a perda temporária da audição pode tornar-se permanente. As células nervosas (cílios) no ouvido interno são danificadas, o processo da perda de audição torna-se irreversível.

1.1.4.1.2. CONFORTO ACÚSTICO NOS ESPAÇOS DESPORTIVOS

Qualquer pessoa conhece os vários benefícios da atividade física regular. No entanto, os ambientes acústicos dos espaços que possibilitam a sua prática são muitas vezes inadequados, originando efeitos auditivos nada positivos. São espaços muito reverberantes (locais fechados pouco absorventes) onde devido a uma fonte sonora (aparelhagem), bolas, apitos, pessoas, etc., se instalam altos níveis sonoros. Os tempos de reverberação² (*TR*) muito longos, para além de mascararem os sons diretos, aumentam o nível sonoro constituindo uma amplificação natural, diminuindo a inteligibilidade da palavra. Os valores de *TR* podem ser indicativos da qualidade acústica deste tipo de locais, sendo de notar que o ambiente acústico destes espaços poderá ser melhorado com colocação de material absorvente.

Uma redução dos níveis de pressão sonora, bem como dos tempos de reverberação, em regra elevados, torna-se um imperativo quando o objetivo é a saúde humana.

Assim, torna-se importante que estes espaços desportivos estejam devidamente isolados a sons aéreos e de percussão, e que não possuam tempos de reverberação elevados, permitindo uma absorção sonora adequada ao espaço, em função da utilização específica, com boa definição e inteligibilidade (Conceição, 2009).

Posto isto, é importante identificar quais os fatores que intervêm na “acústica” destes locais.

O estudo da Acústica pressupõe análise das fontes de ruído, o dimensionamento da envolvente e o condicionamento acústico das áreas ou espaços.

A inventariação, descrição, posicionamento no espaço e no tempo das fontes de ruído no interior dos PDE, é da máxima importância para se elaborar um projeto de acústica.

As fontes de ruído no interior de um PDE que se encontra na maioria das situações são as seguintes:

² Tempo que o som demora a decair 60 dB após a extinção da emissão sonora.

- A atividade física realizada (modalidades lecionadas, mais ruidosas, como exemplo, o basquetebol);
- A música utilizada nas aulas (dança aeróbica, danças de salão ou danças tradicionais portuguesas);
- O ruído exterior;
- A conversação e circulação das pessoas pelos espaços interiores;
- O número de turmas a realizar as aulas no mesmo espaço.

Leão (1994) refere que a propagação do ruído através do edifício pode-se verificar tanto por condução aérea como por percussão.

As diversas instalações do edifício: águas e esgotos, ventilação, energia elétrica, etc., podem ser fontes de ruído, devido a dimensionamento deficiente e/ou à execução por parte de uma mão-de-obra pouco qualificada.

Todo este tipo de ruído origina um aumento dos níveis sonoros nos espaços que deveriam ser antes propícios a uma diminuição de *stress* e de favorecimento de bem-estar físico e psicológico, etc. Esta situação conduz a uma evolução no nível de exigência de conforto acústico por parte dos professores, alunos e outros utilizadores destes espaços em virtude de, quando é pretendido o sossego e descanso, o ruído ambiente se desejar com níveis sonoros o mais baixo possível.

As pessoas ao comunicarem umas com as outras, ao caminharem, realizarem as aulas, resumidamente “viverem”, são fontes de ruído. Ao mesmo tempo são as pessoas (professores, alunos, funcionários e outros utilizadores) que se pretende proteger dos estímulos sonoros que não são agradáveis ou que apresentam níveis sonoros elevados. O principal problema tem a ver com o facto de nem todas as pessoas terem os mesmos períodos ou necessidades de descanso e, ainda, de um estímulo sonoro para uma ou mais pessoas ser agradável e para outras, desagradável.

Na conceção de um PDE é muito importante a descrição e localização das potenciais fontes de ruído de forma a fazer uma distribuição espacial que permita o tratamento da envolvente dos espaços de modo a reduzir os níveis de pressão sonora no interior destes.

Consoante o ruído provenha do exterior ou do interior da instalação desportiva em análise, assim se terá um problema de isolamento sonoro ou de correção acústica. A importância destes problemas estará naturalmente relacionada com a implantação e localização das salas desportivas (proximidade a vias de tráfego intenso, caminhos de ferro, aeródromos, indústrias, etc.), com o tipo de atividade (ruidosa ou não) com as modalidades previstas em projeto e, ainda, com a dimensão do PDE.

Segundo a Brüel e Kjaer (1988) é necessário conhecer o comportamento do som numa sala se quisermos adaptá-la para música ou para a palavra e se quisermos atenuar o ruído externo.

Quando a energia do som proveniente da fonte sonora atinge qualquer material na sala, a energia do som refletida contribui para o campo sonoro da sala, o som absorvido é dissipado em forma de calor e a energia do som transmitida propaga-se através do elemento construtivo para um local contíguo. Neste último caso é necessário fazer-se um “isolamento sonoro” e este pode definir-se com sendo a proteção de um espaço contra a penetração de ruídos que interfiram com o sinal sonoro desejado no local recetor.

Qualquer material tem a propriedade de absorver (reter) parte da energia sonora que nele incide e de refletir, de volta para o meio, parte remanescente dessa energia. Tal propriedade quantifica-se através do coeficiente de absorção sonora (α), com valores entre 0 e 1, que indica a percentagem de energia absorvida face à energia incidente.

Consegue-se perceber o efeito da absorção sonora ao medir-se, numa determinada posição do espaço desportivo, o nível da pressão sonora causado por uma fonte sonora estável.

Em vez de existir um aumento do número de reflexões que chegam à posição de medida, a pressão do som rapidamente estabiliza. Isto deverá querer dizer que o nível de energia emitida é compensado pelo nível a que a energia é absorvida pelas diferentes superfícies da sala. Se colocarmos mais material de absorção sonora na sala o nível da pressão sonora é menor, porque a energia nas reflexões é reduzida.

Típicas superfícies de absorção sonora numa sala incluem carpetes e cortinas. Estas são simples absorventes porosos que absorvem a energia do som através da restrição do movimento de partículas de ar que são as forças de fricção que provocam a dissipação de energia sobre a forma de calor. Materiais com poros absorventes são muito eficazes em especial para altas frequências. Uma carpete é um exemplo de um material absorvente que absorve melhor, nas altas frequências.

Outras superfícies no espaço desportivo absorvem diferentes frequências a diferentes níveis, e ao controlar as proporções dessa absorção é possível ajustar a qualidade acústica de uma sala para música ou para a palavra.

Nos PDE, sempre que possível, devem ser usados materiais acústicos para absorver o som e prevenir a reverberação. A Langnon & Wilson de Irvine, Califórnia, 2002 (Empresa especializada em arquitetura, planeamento e *design* de interiores), refere que neste tipo de instalações a absorção do som é feita principalmente com tetos acústicos. Esta empresa refere que alguns espaços são separados acusticamente com paredes de altura completa ou paredes duplas com isolamento sonoro, tais como salas de desporto, recintos desportivos, balneários, etc.

Ao colocar um microfone numa sala perante uma fonte sonora estável, repara-se que o nível de pressão sonora não atinge imediatamente um nível estável. Tal acontece porque a primeira e subseqüentes reflexões nas superfícies envolventes tomam um tempo finito para atingir o microfone.

No posterior estado de equilíbrio resultante, a interferência entre as ondas de som causa uma distribuição espacial da pressão máxima e mínima que pode ser detetada ao mover-se o microfone à volta da instalação. Estas ressonâncias naturais estão associadas com a geometria da sala e os comprimentos de onda emitidas pela fonte sonora.

Se a fonte sonora é desligada, o campo sonoro que permanece por alguns instantes é chamado “campo reverberante”. O grau de decaimento depende da quantidade e posicionamento da absorção sonora na sala.

O nível de pressão sonora num compartimento aumenta ou diminui se se reduzir ou aumentar a absorção sonora total no seu interior. Por exemplo, se a

absorção aumentar para o dobro o nível da pressão sonora reduz-se em 3 dB. Assim, a absorção sonora pode ser um meio para se controlar os níveis sonoros no interior de uma instalação.

1.1.4.1.3. RUÍDO DE FUNDO

Para Crandell e Smaldino (2000) o ruído de fundo refere-se a qualquer estímulo auditivo indesejado que interfere com o que o aluno necessita para ouvir e compreender. Essas fontes de ruído poderão ser provenientes: de ruído externo, ou seja, ruído gerado pelo tráfego aéreo e automóvel, construção local e parques infantis; ruído interno (espaços adjacentes tais como corredores, balneários, salas de aula e refeitórios, conversação, sistemas de aquecimento) e também ruído gerado dentro do próprio espaço.

1.1.4.1.4. TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Num recinto fechado, quando se produz um sinal acústico, este ouve-se ainda depois da fonte sonora se ter extinto, isto é, ouve-se mais tempo do que dura. Este fenómeno chama-se “reverberação” e é devido a sermos atingidos não só pela onda direta como pelas inúmeras reflexões nas superfícies de sala, e que chegam em instantes diferentes.

São duas, as vias de propagação do som até ao ouvinte: via direta e via refletida (a onda é refletida pelas superfícies do teto e paredes ou por reflexões múltiplas). As reflexões múltiplas (chega a haver várias centenas de reflexões para uma onda) são combinações desses processos.

O tempo de reverberação de um recinto é, por definição, o tempo que o nível de intensidade de um som demora a diminuir 60 dB depois da fonte sonora se ter extinto. Note-se que essa redução de 60 dB corresponde a uma diminuição da energia igual a um milhão de vezes. Isto corresponde a um decréscimo da pressão sonora de um valor de 1000.

Num espaço desportivo de superfícies com coeficientes de absorção sonora reduzidos, o tempo de reverberação é relativamente longo, enquanto numa câmara anecóica onde todas as paredes, o teto e o pavimento são revestidos por um material altamente absorvente, o tempo de reverberação é quase zero. A absorção de diferentes materiais varia muito com a frequência do som,

incidência e do ângulo de incidência. Por isso o tempo de reverberação varia também com a frequência do som. Geralmente, o tempo de reverberação é maior em frequências baixas porque estas são usualmente menos eficazmente absorvidas do que as frequências elevadas. A maior parte dos materiais absorve melhor as altas frequências.

É importante que o tempo de reverberação sirva o objetivo de utilização do espaço desportivo. Um tempo de reverberação longo origina um discurso menos perceptível e música menos clara e produz níveis sonoros mais elevados de ruído existente. Um tempo de reverberação curto reduz o ruído existente, torna as sílabas/palavras perceptíveis e torna a música mais clara.

Os tempos de reverberação refletem o desempenho acústico das instalações desportivas, daí ser importante a sua medição e o seu controlo. Para medir o tempo de reverberação é necessário uma fonte sonora que emita som dentro de um espaço e um recetor para monitorar o decréscimo do nível da pressão do som, após o término da emissão da fonte sonora. O ruído pode ser transmitido como um som estável que depois é cortado (altifalante), ou como um impulso curto (pistola) (Brüel e Kjaer, 1988).

Para a Brüel e Kjaer (1988) a pistola de partida é uma fonte sonora prática, mas falta-lhe energia nas regiões de baixas frequências e reprodutividade. Um método preferível consiste no uso de um altifalante a emitir ruído em bandas de frequência. Para um determinado amplificador de energia, este método permite que se transmita mais energia para a instalação do que a pistola (importante quando altos níveis de ruído de fundo estão presentes).

Devido à habitual presença de ruído de fundo no interior da sala em estudo raramente é possível medir o decréscimo total de 60 dB no ruído de teste. Desta forma, usa-se 30 dB ou 20 dB de decréscimo, extrapolando depois os resultados para os 60 dB.

Uma secção de receção típica pode consistir num avaliador do nível de som, equipado com dispositivo de filtro de uma oitava ou 1/3 oitava.

Um filtro centrado na mesma frequência que o filtro da secção da transmissão reduz a influência do ruído de fundo. Desde que a reverberação decresça de uma forma exponencial e seja gravada numa escala logarítmica, o decréscimo

irá ser uma linha reta na folha de registo. O resultado do tempo de reverberação (para uma determinada banda de frequência) é estimado diretamente do registo (Brüel e Kjaer 1988).

A aparência descontinuada dos decréscimos a frequências baixas deve-se à distribuição desequilibrada dos modos próprios da sala nestas frequências.

Quando o método do impulso para a transmissão do ruído é usado, os resultados do gráfico representam a “resposta do impulso” da sala e o tempo de reverberação não pode ser obtido diretamente do decréscimo. Ao usar o *software* apropriado, é possível calcular os resultados do tempo de reverberação pela “resposta do impulso” e obter-se resultados precisos e reproduzíveis mais rapidamente do que com o método do som estável que depois é cortado (Brüel e Kjaer 1988).

Para Pinto *et al.* (2002) a medição do tempo de reverberação pode ser feita recorrendo a uma fonte sonora (tipo 4224 – Brüel & Kjaer) que emite um ruído cujo sinal é coordenado pelo sonómetro. Estas medições podem ser efetuadas em três posições no interior de cada instalação quando estas se encontram em tempos mortos (sem aulas). Torna-se então possível obter um valor médio de TR na instalação em estudo.

A medição do volume do espaço deve ser feita pois é um dado essencial quando se pretende caracterizar a reverberação do espaço em função de um tempo de reverberação ideal.

1.1.4.1.5.RASTI (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA)

No que concerne à inteligibilidade da palavra esta é, por definição, a maior ou menor facilidade em entender corretamente a palavra. A inteligibilidade da palavra objetiva é medida indiretamente através do parâmetro *RASTI* (*Rapid Speech Transmission Index*) que varia entre 0 (inteligibilidade nula) e 1 (ótima inteligibilidade). Na lecionação das aulas de Educação Física, a perceção da palavra é uma parte importante. No entanto, problemas acústicos relacionados com a fraca inteligibilidade da palavra são a regra geral neste tipo de instalações desportivas.

A palavra transmitida para um determinado local por uma fonte sonora, não é recebida pelos potenciais ouvintes como uma réplica exata do som originalmente emitido. O som é distorcido e mascarado pelo ruído de fundo existente (causado por equipamentos, tráfego rodoviário ou outros) e pelas múltiplas reflexões devidas às propriedades reverberantes do espaço. A direta consequência destas distorções é a redução na inteligibilidade do discurso emitido.

A inteligibilidade da palavra pretendida depende da utilização a dar aos espaços. Por exemplo, numa biblioteca e por motivos de privacidade, não é desejável um valor para o parâmetro *RASTI* elevado, ao contrário do que sucede numa sala de aulas, em que é muito importante a boa perceção da palavra.

A metodologia utilizada para medir o *RASTI* segue a norma CEI 60268-16. Esta norma limita como mínimo aceitável o valor de *RASTI* de 0,50. Apresenta-se no Quadro 1.4 a correspondência entre os valores obtidos para o *RASTI* e a correspondente inteligibilidade da palavra, caracterizada subjetivamente de *má* a *excelente*.

Quadro 1.4- Tabela de conversão dos valores de *RASTI* numa escala subjetiva de inteligibilidade da palavra. Norma CEI 268-16 (CEI, 1988) (*Objective rating of speech intelligibility by the Speech Transmission Index*).

<i>RASTI</i>	INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA
[0 – 0,30[	<i>Má</i>
[0,30 – 0,45[	<i>Medíocre</i>
[0,45 – 0,60[	<i>Suficiente</i>
[0,60 – 0,75[	<i>Bom</i>
[0,75 – 1,00]	<i>Excelente</i>

1.1.4.1.6. ISOLAMENTO SONORO

Isolamento sonoro é um processo de redução da transmissão entre um local emissor e outro recetor. Existem duas formas de transmissão de som: através de condução aérea e por percussão, o que não invalida que elas atuem complementarmente. Se ocorrerem ações de choque que interessem diretamente os elementos de construção estabelecendo ligação entre os locais emissor e recetor (considere-se, a título de exemplo, o bater das bolas no pavimento) o campo sonoro no local de receção diz-se proveniente de sons de

percussão. Quando não se verifica, na origem da emissão sonora, uma tal ação direta sobre os elementos da construção (o que sucede na conversação das pessoas), o processo põe em causa sons ditos de condução aérea.

Ainda no processo de transmissão sonora entre dois locais, quando se trate de qualificar o isolamento sonoro conferido por um elemento de construção que os separe há que distinguir entre a que se verifica diretamente através do elemento (transmissão direta) e a que ocorre, por contornamento, através de outros elementos que lhe estejam interligados (transmissão marginal).

Níveis excessivos de ruído podem ser reduzidos para níveis aceitáveis através de ações específicas. Os dois primeiros problemas indesejáveis – níveis elevados de ruído e excessiva reverberação – podem ser amenizados através da colocação de absorventes acústicos nas áreas afetadas. O grau de isolamento sonoro por transmissão aérea que um determinado elemento construtivo possui é indicado por um parâmetro ($D_{nT,w}$). Quanto mais alto o seu valor na escala, melhor é o seu grau de isolamento sonoro entre espaços contíguos (um bom isolamento será algo como ≥ 55 dB). Outros métodos para a diminuição de som indesejável incluem a mudança de forma ou disposição de um local; usar um outro ruído de fundo mascarador; eliminar diretamente a causa de ruído (ex: o sistema de som pode estar demasiado alto); e isolando tanto o som como a vibração de locais contíguos.

O objetivo geral do estudo da acústica nos PDE será o de reduzir e limitar os ruídos que possam de alguma forma perturbar a prática desportiva.

A importância destes problemas estará naturalmente relacionada com a implantação e localização das instalações desportivas, com o tipo de atividades (ruidosa ou silenciosa) e modalidades previstas em projeto, ou ainda com a dimensão da instalação.

O LNEC (1986) recomenda que se tenha em conta duas exigências importantes na construção das instalações desportivas, a primeira refere-se ao conforto acústico e a segunda ao tempo de reverberação.

O conforto acústico é uma exigência de utilização que se deverá formular nos edifícios desportivos, os quais devem ser concebidos, projetados e executados de tal forma que possam proporcionar aos utentes condições satisfatórias

deste ponto de vista, tendo em conta a sua localização e respetivas condições de vizinhança relativamente a zonas exteriores e outras construções onde possa haver produção significativa de ruído. Segundo o LNEC (1986), o mesmo conforto deve ser alcançado em relação aos ruídos produzidos no interior da própria construção.

De acordo com o LNEC (1986) no conforto acústico interessa sobretudo os elementos que constituem a envolvente do edifício, resolvendo problemas de transmissão sonora através de soluções bem conhecidas de reforço do índice de redução sonora de paredes e coberturas, limitando assim os níveis de ruído produzidos para o exterior ou transmitidos pelo exterior.

A segunda exigência, segundo a mesma fonte referida anteriormente, é traduzível no estudo do tempo de reverberação, para a modificação do qual se torna necessário adotar medidas que permitam corrigir a absorção sonora das superfícies interessadas, ou seja, os coeficientes de absorção sonora das superfícies interiores de paredes, coberturas e pavimento.

Note-se desde já que a grande diversidade de atividades que podem desenrolar-se num edifício desportivo, que vão desde a prática de uma modalidade ruidosa como o basquetebol, dança aeróbica ou música e dança, que podem exigir condições especiais do ponto de vista acústico, torna difícil resolver nas melhores condições este problema. De facto, se uma solução convencional pode resultar plenamente satisfatória quando num edifício decorre uma atividade com níveis sonoros altíssimos, produzidos nomeadamente pelo entusiasmo dos utilizadores, a mesma solução pode fracassar quando decorre a audição e visionamento de uma apresentação de sarau gímnico ou se desenvolve uma representação teatral. Os exemplos podem ser considerados extremos, mas são possíveis, registando-se toda a espécie de situações intermédias.

Nos casos em que o nível de ruído exterior seja demasiado elevado, há que contar com uma distribuição interior adaptada à fonte do ruído e com uma colocação de elementos de proteção adicionais (janelas duplas, barreiras acústicas, etc.).

A norma francesa NF90–207 (1986) define algumas regras técnicas para instalações desportivas novas:

- Escolher bem o local de implantação, tendo em conta a envolvimento a proteger e os ruídos exteriores a isolar;
- Planear para que as zonas possuidoras de equipamento mais ruidoso se situem o mais longe possível de vizinhança sensível;
- Ter em linha de conta a importância do isolamento sonoro, necessário para a proteção da vizinhança ou para a diminuição dos ruídos exteriores percebidos dentro do edifício;
- Ao ter em consideração os imperativos de tratamento acústico interno, deve-se procurar soluções capazes de responder a diferentes questões (por exemplo: utilizar elementos que sejam isolantes térmicos, absorventes acústicos seguros, resistentes à humidade e de manutenção razoável). Estes tratamentos acústicos internos, que respondem aos problemas de isolamento sonoro ou de correção acústica, devem satisfazer as necessidades resultantes dos ruídos emitidos pelas atividades ou pelos equipamentos de trabalho.

Relativamente a instalações já existentes, as possibilidades de intervenção são bastante mais reduzidas.

Segundo essa norma francesa torna-se necessário realizar um diagnóstico do equipamento existente e da possibilidade de retirar os defeitos acústicos e de determinar as soluções de melhorias dentro dos três domínios seguintes:

- Proteção do meio envolvente;
- Proteção do estabelecimento relativamente ao meio ambiente;
- Isolamento sonoro e correções acústicas internas.

1.1.4.1.7. EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DOS UTILIZADORES DOS PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES

Relativamente à acústica, é necessário relembrar que são escassos os trabalhos realizados neste âmbito. Todos os trabalhos que aparecem referentes à acústica foram realizados noutros tipos de edifícios como igrejas, tribunais, bibliotecas, em instalações desportivas escolares estes são muito raros. Apesar disso foram encontrados alguns estudos que vão um pouco de

encontro ao estudo que se pretende aqui desenvolver, mas a maior parte deles realizados em Centros de Condição Física (Ginásios de *Fitness* ou *Health Club*).

Ao longo deste estudo foram sendo nomeados vários tipos de exposição ao ruído (a música pode nalguns casos ser considerado um tipo de ruído). Para além dos benefícios práticos de exercitar com música, maior motivação, prazer, melhor coordenação entre os praticantes, maior apelo à participação, etc., existem alguns factos experimentais que suportam a prática de ouvir música durante o exercício. Muitos investigadores concordam que existem efeitos positivos da música em exercitação de longa duração, permitindo aos participantes exercitar durante mais tempo ou a intensidades mais elevadas, do que quando a música não está presente, existem provas experimentais que mostram que este efeito positivo da música relaciona-se com uma perceção baixa do esforço e fadiga e por uma melhoria geral da disposição para a prática do exercício (Potteiger *et al.* (2000); Hayakawa *et al.* (2000)).

Um dos estudos experimentais realizados neste âmbito é o de Potteiger *et al.* (2000), com 24 sujeitos ativos fisicamente para pedalar durante vinte minutos ao som de vários tipos de música, concluíram que os resultados mostravam um efeito significativo da música entre 85 e 90 dB(A). Durante a sessão do treino, verificaram que a frequência cardíaca baixava mais quando a música estava a tocar e aumentava quando se exercitavam sem música.

Num outro estudo muito diferente, Hayakawa *et al.* (2000) encontraram fadiga significativamente mais reduzida, menos confusão e mais vigor numa amostra de dezasseis mulheres de meia-idade que participavam numa aula de *step* com “música de aeróbica”, quando comparado com o mesmo grupo a exercitar sem música.

Segundo a opinião de Vargas e Hernández (2002) acerca destes estudos, a prova científica é positiva, mas os autores consideram difícil fazer recomendações práticas, sólida e definitivamente sobre música durante aulas de *fitness* porque a maioria dos estudos relevantes falharam no controlo dos muitos componentes da música como o estilo, língua, tempo, ritmo, melodia, harmonia, intensidade e até variedade.

Só alguns investigadores relataram a intensidade do som e só se encontrou nesta pesquisa um artigo de 1991 de Copeland e Franks em que se comparou os efeitos de diferentes níveis de música durante o exercício. Este estudo assinalou melhores resultados com música lenta, fácil de ouvir, suave do que música alta, rápida e excitante. Mas, neste estudo foi misturado o tipo de música, intensidade e duração, tornando difícil discernir o efeito de cada um.

Talvez o problema relacionado com o ruído e música elevada mais bem publicitado, seja o da perda de audição, tanto temporária como a longo prazo, mas existem outros problemas sérios relacionados com a “indústria do *fitness*”, como patologias de voz entre instrutores e resultados negativos entre participantes ao nível da saúde, satisfação e adesão ao exercício.

Vargas e Hernández (2002) vão de encontro ao referido anteriormente quando mencionam que a exposição ao ruído ou música elevada causa uma perda temporária de audição. Tal ocorre em função da duração da exposição e da intensidade da música e ocorre normalmente quando se exercita com música. Se o exercício aumenta ou atenua o efeito negativo é controverso, mas existem alguns indícios que indicam que níveis sonoros elevados da música podem aumentar a duração desta perda temporária de audição. Segundo os autores, a perda de audição a longo prazo associada ao ouvir música enquanto se exercita, não foi ainda suficientemente estudada, mas dados de outras áreas mostram que a exposição frequente ao ruído tem igualmente efeitos negativos (pressão sanguínea, níveis de cortisona, irritabilidade e fadiga) a longo prazo.

Para esses autores a intensidade do som deve ser mantida a um nível médio de 85 dB(A) e durante as aulas em grupo não deve medir nunca mais de 90 dB(A). Os autores recomendam, baseando-se no relatório especial de 1999 da União de Consumidores da Costa Rica, o uso de proteções para os ouvidos quando expostos a condições nocivas, entre 100 a 110 dB(A) de ruído, como uma aula de aeróbica ruidosa a ultrapassar os quinze minutos de duração.

Koran e Oliva (1996) referem que nove milhões de americanos participam em aulas de aeróbica, sendo 90% mulheres. As autoras verificaram que praticantes ou instrutores habituais de aeróbica, devido à sua exposição repetida, muito provavelmente já possuem problemas auditivos. No entanto,

podem não ter consciência disso porque a perda de audição acumula-se de uma forma lenta e não causa dores quando ocorre. Koran e Oliva (1996) referem que até uma única exposição a um ruído muito elevado pode causar perda auditiva permanente, mas é mais provável que cause uma perda temporária. Pode surgir zumbido (*tinnitus*) ou pode-se ouvir de uma forma pouco nítida durante um ou dois dias até que os ouvidos recuperem. Mas, segundo as autoras, episódios repetidos de perda temporária podem levar gradualmente a uma perda permanente à medida que os ouvidos perdem a capacidade de recuperar completamente. Nesse artigo as autoras não referem como foi realizado o estudo, mas concluem que a perda de audição por exposição a elevados níveis sonoros de música nas aulas de aeróbica é uma questão controversa, por ser difícil de provar.

Ringdahl (s/d) fala-nos de um estudo realizado em Estocolmo (Suécia) da audiologista, Mia Gardhagen. Foi investigado o nível sonoro em diferentes instalações desportivas, sobressaindo o facto de alguns locais apresentarem níveis sonoros completamente inaceitáveis que nalguns casos chegava a ser prejudicial. Segundo Ringdahl (s/d), Mia observou atentamente o nível sonoro em seis sessões de aeróbica no *Friskis & Svettis* (Centro de Condição Física Sueco). Segundo o autor talvez não seja suficiente para se obter uma ideia completa daquilo que realmente acontece, mas dá uma boa indicação do nível sonoro a que se está exposto ao praticar aeróbica. Mia concluiu que existe uma grande diferença no nível sonoro em diferentes sessões de diferentes intensidades, sessões mais intensas tinham valor maior que as restantes. Segundo o autor, os níveis sonoros que a audiologista mediu estavam dentro dos valores aceitáveis de acordo com o estudo, mas havia uma diferença de 10 dB(A) entre os valores mais altos e os mais baixos. Não deveria existir uma diferença tão grande. O nível sonoro variava entre 80,6 e 90,4 dB(A) no *Friskis & Svettis*, enquanto o nível sonoro mais elevado medido noutras instalações desportivas se situava em 105 dB(A). Segundo o autor referido anteriormente, o limite de nível sonoro frequentemente utilizado como referência é de 85 dB(A) por oito horas, o que vai de encontro ao estipulado pelo nosso Decreto-Lei nº 182/06, isto é, o valor de ação durante um dia de trabalho de oito horas. O

autor recomenda que se este nível é ultrapassado, devem ser usadas proteções para os ouvidos.

Outro estudo mencionado por Ringdahl (s/d), este realizado em Umea (Suécia) mostra que aqueles que têm uma atividade física intensa e estão expostos ao mesmo tempo a um nível elevado de ruído durante um longo período de tempo arriscam-se a sofrer de problemas auditivos. Isto aplica-se principalmente a instrutores de aeróbica e participantes que têm no treino ou na atividade física, níveis sonoros muito elevados. O autor refere que fazer aeróbica durante uma hora com 85 dB(A), provavelmente não constitui qualquer risco para perdas de audição permanente. Mas para a audiologista, pessoas que estão expostas a um ambiente de trabalho ruidoso durante todo o dia e de seguida vão treinar; são definitivamente aqueles que vão estar mais sensíveis a níveis sonoros elevados, logo, mais expostos a problemas auditivos.

Mia concluiu que no *Friskis & Sveltis*, a música é um elemento importante para “dar prazer” no movimento e às pessoas que consideram muito importante a música numa aula de aeróbica. Uns querem “volume” elevado para que se possam concentrar na aula ou treino, por outro lado, outros consideram irritante e reduz a eficácia da aula ou do treino. Resumindo, o estudo mostra que a música numa aula de aeróbica deve ser relativamente alta para que os praticantes se sintam satisfeitos. A questão segundo o autor reside apenas onde deve ser estabelecido o limite para que o volume não cause quaisquer riscos de problemas de audição.

Ao longo dos anos algumas pessoas têm vindo a queixar-se que a música está demasiado elevada, mas não existia investigação disponível e por isso o problema manteve-se. Apenas recentemente instrutores e gestores dos Centros de Condição Física, começam a tomar consciência que a música muito elevada pode causar temporária e talvez permanentemente perda de audição.

Nas instalações desportivas escolares há muito tempo que os professores tomaram essa consciência, pois os espaços onde lecionam as aulas são tão reverberantes que o ruído permanece muito tempo na instalação e para além dos malefícios ao nível auditivo, acresce o esforço de voz que o professor tem de fazer para se fazer ouvir.

Um estudo de Zamarreño et al. (2011) refere que os aspetos acústicos não são habitualmente prioritários no processo de desenho dos espaços desportivos. No entanto, alguns autores começaram a despertar o seu interesse nesta temática e a virar a sua atenção para as instalações desportivas escolares.

Na pesquisa realizada, as referências relativas aos parâmetros acústicos não são abundantes nos PDE. Surgem entretanto, alguns trabalhos referentes ao uso do ruído de fundo, TR e *RASTI* como indicadores do conforto nestas instalações. No entanto, a maior parte da bibliografia encontrada está relacionada com outros espaços (ex. igrejas, bibliotecas, tribunais, etc.).

Os locais de ensino de educação física têm sido vistos como ambientes hostis para a audição, podendo prejudicar a aprendizagem das crianças no contexto da escola (Ryan, 2009a).

Segundo Isbert (1998) para se conseguir um adequado conforto acústico e uma correta inteligibilidade da palavra é necessário que o ruído de fundo existente no espaço seja suficientemente baixo.

Wroblewska (2010) refere que tanto o ruído de fundo como o tempo de reverberação elevado criam problemas ao nível da concentração, inteligibilidade da palavra e comunicação com o professor. Este autor menciona que a regulamentação polaca indica como valor máximo de ruído de fundo para espaços desportivos escolares, 55 dB(A) durante o dia. Salaria ainda que muitas das escolas citadinas são expostas a um ruído de fundo entre 70 a 90 dB(A). No que diz respeito ao isolamento sonoro, o mesmo autor refere que a norma polaca PN-B-02151-3:1999 recomenda valores mínimos para a cobertura de 50 dB(A) e para as paredes 40 a 50 dB(A). Wroblewska (2010) conclui que o nível de ruído aceitável em espaços de aprendizagem criados por todas as fontes sonoras externas e internas (provenientes de equipamento técnico e salas adjacentes) não deve ultrapassar os 40 dB(A) e recomenda um coeficiente de absorção de som, em instalações desportivas equivalente a 23% da área de cobertura, baseando-se na norma alemã (ONorm B 8115-3:2005).

Isbert (1998) partilha da mesma opinião quando recomenda valores de ruído de fundo para polidesportivos entre 40-50 dB(A).

A ASHRAE (1995) vai de encontro ao autor acima citado quando define para ginásios de escolas, níveis sonoros máximos de 40-55 dB(A).

Neste sentido, Ryan e Meldel (2011) realizaram um estudo em 22 liceus dos Estados Unidos, onde mediram os níveis sonoros em espaços de educação física (pavilhões e outros espaços cobertos para a prática da atividade física). Concluíram que a média dos níveis de ruído destes espaços, sem ocupação (ruído de fundo), era de 52,5 dB(A). Apenas um dos espaços era munido de tratamento acústico exibindo assim níveis dentro do critério de 40 dB(A) recomendado pela ANSI (American National Standards Institute), no entanto, nenhum atingiu os valores definidos pela ASHA (American Speech, Language, Hearing Association), de 30 dB(A).

Os alunos em educação física movimentam-se numa área de elevada dimensão, com tempos de reverberação muito elevados que, consequentemente leva a uma significativa perda da inteligibilidade da palavra, sempre que não se encontram perto do professor.

Zamarreño et al. (2011) num estudo realizado propõem-se realizar um projeto de um pavilhão polidesportivo coberto, com o respetivo planeamento acústico térmico e visual, a fim de tornar a instalação desportiva num espaço confortável. Assim, para um pavilhão com um volume de 12900 m³ determinaram um TR de 2,1 s considerando um RASTI aceitável entre 0,45 e 0,60.

Nijs e Schuur (2003) referem que na Holanda um TR de 1,8 s é usado como regra para um bom conforto acústico, num pavilhão desportivo. No entanto, no estudo por eles realizado a dificuldade surgiu devido ao grande volume do pavilhão impedindo a obtenção de um TR ideal de 1,8 s alcançando somente um TR de 2,3s (5000 m³), o TR não deve exceder os 1,5s.

Na mesma linha de pensamento, Wroblewska (2010) indica que para salas de desporto com volume igual a 5600 m³, os valores de TR deveriam ser de 1,5 s (de acordo com a norma BB93:2000, Building Bulletin England), 1,82 s (de acordo com a norma DIN 18041:2004, Germany) e 2,27 s (SN 520181:2004, Switzerland).

Já Hamayon (2006) refere que para pavilhões com 10000 m³ de volume a duração do TR deverá ser de 2 a 2,2 s baseando esta recomendação na norma francesa NF P90-207.

Isbert (1998) para volumes entre 1000 e 100.000 m³ recomenda um TR para recintos de uso desportivo, que oscila entre 1 e 3 s. Para volumes de 1000 m³ a sua recomendação é de um TR de 1 s. Este autor reforça ainda que a inteligibilidade em todos os pontos do recinto ocupado deve obter o valor de RASTI ≥ 50 (mínimo aceitável).

Neste contexto, mas numa perspetiva nacional já começam a aparecer trabalhos de investigação decorrentes deste estudo. Foi realizado um trabalho sobre cinco Centros de Condição Física (Pinto *et al.* 2002) referente aos tempos de reverberação e exposição pessoal ao ruído. A autora concluiu que o aluno está durante uma hora de aula sujeito a uma exposição pessoal diária ao ruído de 84 dB(A) (20% dos alunos), quanto aos professores, estes estão sujeitos a uma exposição pessoal diária ao ruído de 89 dB(A) (80% dos professores), a autora considera que nem o mínimo de conforto é conseguido. A autora considera que ≤ 80 dB(A) será o ideal para exposição pessoal diária ao ruído e que ≤ 85 dB(A) será o ideal para uma exposição pessoal durante a aula. O tempo de reverberação deve ser de $\leq 1,5$ s.

Posteriormente Barreira (2003) realizou um estudo em trinta Centros de Condição Física (noventa e nove salas) obtendo valores idênticos aos referidos anteriormente. A autora verificou que em 47% das salas avaliadas os níveis sonoros obtidos eram superiores a 85 dB(A) e em 26% eram ultrapassados os 90 dB(A).

Indo de encontro ao referido anteriormente apareceu um estudo em Portugal realizado por Conceição (2009). O autor selecionou uma escola e avaliou as aulas de educação física, mais especificamente, avaliou a exposição ocupacional ao ruído e a capacidade auditiva nos professores de Educação Física. Concluiu que, 73% dos professores de Educação Física avaliados estão sujeitos a valores situados entre os 80 e os 85 dB(A) e que só 27% estão dentro dos valores de conforto acústico referidos na legislação portuguesa (≤ 80 dB(A)). Conceição (2009) salienta ainda que com 3 turmas em simultâneo

verifica-se um acréscimo de cerca de 7 dB comparativamente com os valores médios de 2 turmas, e de 10 dB comparativamente com a lecionação de 1 turma. Neste estudo, o valor médio do ruído de fundo foi de 53 dB(A) e o valor médio de TR de 3,8 s, valor considerado elevado uma vez que o autor estipula como conforto 1,5 s.

Cada vez mais a sociedade se vem a tornar mais ruidosa, transformando a intensidade sonora numa forma efetiva de poluição e o mais frequente agente nocivo para a saúde pública em ambiente de trabalho. Desta forma e após a análise realizada até aqui de estudos que demonstram a falta de conforto neste tipo de instalações desportivas, apresentam-se os possíveis efeitos fisiológicos causados pelo ruído elevado neste tipo de espaços, nos seus utilizadores.

Brüel e kjaer (2008) mencionam alguns efeitos fisiológicos do ruído no organismo, tais como: dilatação das pupilas; aumento da produção hormonal da tiroide; aumento da frequência cardíaca; aumento da produção de adrenalina e de corticotrofina; movimento do estômago e do abdómen; reação muscular e constrição dos vasos sanguíneos.

Poderão também acontecer alterações da pressão arterial, que poderá causar alterações cardiovasculares; aumento da pressão sanguínea; distúrbios hormonais; distúrbios respiratórios; alterações gastrointestinais; alteração do sistema nervoso e no aparelho vestibular; dores de cabeça, enxaquecas, doenças do estômago, úlceras, acidentes cardíacos e depressões nervosas. De referir que quanto maior a intensidade e a duração de exposição ao ruído maior será a perda temporária e permanente de audição, zumbidos constantes e distorção da palavra.

O ruído, como agente stressante, provoca ainda diferentes reações comportamentais que, embora geralmente transitórias, com o tempo podem tornar-se crónicas e levar á doença, tais como: distúrbios do sono, nervosismo, insegurança, impotência, agressividade, fadiga mental, frustração, prejuízo no desempenho da atividade física; insónias, falta de atenção, falta de concentração, falta de vontade e ansiedade, que podem levar a depressões, comportamentos paranoicos, etc.

Posto isto, verifica-se que por um lado existem boas razões práticas e científicas para usar música nas aulas. No entanto, elevados níveis sonoros (música muito elevada e modalidades mais ruidosas) durante as aulas é uma contradição na medida em que tem consequências negativas na saúde tanto nos professores, alunos e utilizadores, que estão supostamente a realizar uma atividade para melhorar a sua saúde em geral e o seu bem-estar.

Todos os estudos referidos anteriormente vão de encontro ao que se tem vindo a referir relativamente à importância da atenção a dar ao projeto acústico numa instalação desportiva, minimizando as incomodidades pois, utilizando materiais absorventes acústicos os valores obtidos poderiam ser mais baixos. Assim os gestores das escolas e o grupo de Educação Física terão que ter em atenção o número de turmas a realizar as aulas nas instalações desportivas, ao mesmo tempo e o tipo de modalidades lecionadas, de forma a minimizar o ruído da instalação uma vez que se torna incomportável fazer reabilitação do espaço existente, mas este imprescindível para a saúde pública dos professores.

1.1.5. RECOMENDAÇÕES E DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES

1.1.5.1. ACÚSTICA

Cada vez mais os professores de Educação Física são prejudicados pelos níveis de ruído a que estão sujeitos nas instalações desportivas escolares, por vezes inconscientes da nocividade dessa exposição sonora, sofrem diariamente de consequências fisiológicas, psicológicas e principalmente, de uma perda gradual da capacidade auditiva. Surge a necessidade de quantificar e estabelecer critérios que permitam avaliar se as pessoas estão realmente sujeitas a incomodidades criando-se, assim, condições para solucionar e/ou prevenir estas situações, estabelecendo esses critérios.

A acústica tornou-se um requisito especial de qualidade da construção de Parques Desportivos Escolares, visto que o conforto acústico contribui para o bem-estar e saúde dos utentes.

Após verificada a importância da qualidade da acústica existe a necessidade de regulamentar os requisitos acústicos dos edifícios, aparecendo o Decreto-

Lei n.º 96/2008, 9 de Junho (que substitui o Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio), que vem contribuir para a melhoria da qualidade do ambiente acústico e para o bem-estar e saúde das populações. As determinações do referido Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) aplicam-se aos seguintes tipos de edifícios (artigo 1º, n.º 2), em função dos usos a que os mesmos se destinam: Edifícios habitacionais e mistos; Edifícios comerciais, industriais ou de serviços; Edifícios escolares e de investigação; Edifícios hospitalares; Recintos desportivos e Estações de transporte de passageiros. O “Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios” (artigo 2º) define e utiliza vários parâmetros importantes para caracterizar as situações no âmbito da Acústica. São eles:

- a) Isolamento sonoro a sons de condução aérea, pelas separações entre compartimentos interiores ou entre o exterior e o interior: $D_{nT, w}$ ou $D_{2m, nT, w}$;
- b) Índice de isolamento sonoro a sons de percussão (nível sonoro médio medido no compartimento recetor, proveniente de uma excitação de percussão normalizada exercida sobre um pavimento, corrigido da influência da área de absorção sonora equivalente do compartimento recetor): $L'_{nT, w}$;
- c) Nível de avaliação, $L_{A, nT}$ para ruído de equipamento (o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, durante um intervalo de tempo especificado, adicionado das correções devidas às características tonais e impulsivas do som);
- d) Tempo de reverberação, T – (Intervalo de tempo necessário para que a energia volúmica do campo sonoro de um recinto fechado se reduza a um milésimo do seu valor inicial).

Segundo o Artigo 7.º do RRAE a construção de edifícios que se destinem a usos desportivos deve cumprir unicamente o requisito acústico referente ao tempo de reverberação. No interior dos recintos desportivos, considerados mobilados normalmente e sem ocupação, o tempo de reverberação, T , correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deverá satisfazer as condições seguintes (nas quais V se refere ao volume interior do recinto em causa):

$$\text{i) } T_{500 \text{ Hz}-2 \text{ kHz}} \leq 0,15V^{1/3};$$

$$\text{ii) } T_{500 \text{ Hz}-2 \text{ kHz}} \leq 0,12V^{1/3} \text{ (se os espaços foram dotados de sistema de difusão pública de mensagens sonoras).}$$

A determinação do tempo de reverberação deve ser efetuada em conformidade com o disposto na normalização portuguesa aplicável ou, caso não exista, na normalização europeia ou internacional. Nas avaliações *in situ* destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos acústicos dos edifícios deve ser tido em conta um fator de incerteza, *I*, associado à determinação das grandezas em causa (de 25% do valor regulamentar para *T*).

O edifício, ou qualquer das suas partes, é considerado conforme aos requisitos acústicos aplicáveis, quando verificar a seguinte condição: o valor obtido para o tempo de reverberação, *T*, diminuído do fator *I* (*I*=25% do limite regulamentar), satisfaz o limite regulamentar.

Outro parâmetro de avaliação é o $L_{EX,8h}$, nível sonoro médio a que o indivíduo estava sujeito durante um dia normal de trabalho (oito horas).

Existe um outro diploma importante, o Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro, que estabelece o quadro geral de proteção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho. Aí se prevê no artigo 3º que o limite denominado por nível de ação inferior referente à «exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho» é igual a 80 dB(A); valores de ação superiores a 85 dB(A) e o valor limite da «exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho considerando oito horas de trabalho» é igual a 87 dB(A).

Nos Estados Unidos da América (EUA), o *American College of Sports Medicine* (1997), vai de encontro ao que o decreto anteriormente referido preconiza, quando refere que os níveis sonoros devem ser mantidos não superiores a 70 a 80 dB(A) e não devem exceder 90 dB(A). Refere ainda que uma instalação deve isolar as paredes das salas para evitar que um nível excessivo de som se ouça fora da sala de exercícios. Uma instalação deve fornecer um sistema de som adequado para a sala de exercício.

O tempo de reverberação dos sons na sala deverá ser o mais curto possível. Recomenda-se que em atividades como a dança aeróbica, sociais, tradicionais e afins, onde a música é utilizada conjuntamente com a voz, o tempo de reverberação seja reduzido. Segundo Sena (1987), o TR deverá estar entre 1,2 e 2,0 s.

Segundo o IND (s/d) os requisitos acústicos para salas de desporto são os seguintes: a propagação da reverberação deve ser contida, através da configuração e utilização de materiais apropriados, de modo que a duração da reverberação não ultrapasse os 3 s para frequências baixas (125 – 250 Hz) e 2 s para médias frequências (500 – 1000 Hz).

Para a DGD (1987) o tempo de reverberação dos sons na sala deverá ser o mais curto possível, entre 1,2 e 2,0 s. A IAKS (s/d) corrobora com os autores referidos anteriormente, quando menciona que o tempo de reverberação da sala deve ser mantido o mais curto possível, situando-se entre 1,2 a 2,2 s. Para este tipo de atividades, deve-se procurar atingir o mínimo de tempo de reverberação possível, quanto mais pequena a sala, menor deve ser o tempo de reverberação. Refere ainda, que com as janelas fechadas, só se deve permitir a penetração de até 40 dB(A) de ruído exterior.

A norma francesa NF90 – 207 (1986), como se pode verificar no quadro 1.4, refere relativamente à acústica nas salas desportivas que, o isolamento normalizado do ruído em locais reservados às atividades desportivas, deverá ser superior a 30 dB(A). Refere ainda que a duração do tempo de reverberação de uma sala desportiva deve estar compreendida entre os valores de 1,2 e 3,2 s (para 125 Hz a 4000 Hz). Quanto aos equipamentos de aquecimento e climatização o nível sonoro do ruído deve ser inferior ou igual a 45 dB(A).

A norma francesa refere que em instalações desportivas não tratadas, a duração do tempo de reverberação pode estar compreendida entre 3 a 5 s para um volume de 2000 m³ e entre 5 a 10 s para um volume de 12000 m³. Nestes dois casos, a comunicação verbal necessária para instruções ou para o ensino torna-se difícil, senão mesmo impossível, o que não se adequa aos Parques Desportivos Escolares.

No Quadro 1.5 apresenta-se um resumo dos valores limites referentes aos parâmetros acústicos.

Quadro 1.5 - Valores do tempo de reverberação calculados em função do volume (NF 90 – 207 de 1986).

VOLUME (m³)	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
TR máx. (s)	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2

Por forma a facilitar a informação referente à legislação em vigor, recomendações e normas, indica-se no Quadro 1.6 um resumo dos valores limite para os níveis sonoros e tempo de reverberação.

Quadro 1.6 – Resumo dos valores limite para os Níveis Sonoros (dBA) e Tempos de Reverberação segundo várias entidades

ENTIDADE	Nível de acção (dBA)	Valor limite (dBA)	Tempo de Reverberação (s)
Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro	80 Inferior 85 Superior	87	-
RRAE (2008)	-	-	$T_{500 \text{ Hz}-2 \text{ kHz}} \leq 0,15V^{1/3}$ $T_{500 \text{ Hz}-2 \text{ kHz}} \leq 0,12V^{1/3}$
<i>American College of Sports Medicine</i> (1997)	70 a 80	90	$0,8 \leq TR \leq 1,4$
IND (s/d)	-	-	125-250 Hz, $TR < 3$ 500-1000 Hz, $TR = 2$
DGD (1987)	-	-	$1,2 \leq TR \leq 2,0$
Sena (1987)	-	-	$1,2 \leq TR \leq 2,0$
IAKS (s/d)	-	-	$1,2 \leq TR \leq 2,2$
NF90-207 (1986)	-	-	500-2000 Hz $1,1 \leq TR \leq 1,8$ 4000-8000 Hz $2,2 \leq TR \leq 2,8$

Conclui-se, após todas as referências e estudos apresentados nesta pesquisa, que o nível sonoro máximo de 80 dB(A) e o tempo de reverberação máximo de 1,5 s são os aceitáveis para este tipo de instalações desportivas. Considera-se igualmente valores de ruído de fundo inferiores a 40 dB(A) e um RASTI superior a 0,45, recomendações plausíveis para se adquirir conforto acústico neste tipo de instalações. Se os Parques Desportivos Escolares estiverem bem construídos, com adequados materiais de isolamento sonoro e correções acústicas, ou seja, apresentem uma “boa acústica”, o nível sonoro, ruído de

fundo, tempo de reverberação e o RASTI (inteligibilidade da palavra) raramente se tornarão um problema.

1.1.5.2. VENTILAÇÃO

É importante saber-se dos problemas que podem existir com a qualidade do ar interior e os seus efeitos na saúde dos utentes, principalmente no que diz respeito ao ar que se respira durante o exercício físico, em instituições que se destinam a promover bem-estar físico, conforto e qualidade de vida.

Pretende-se com este trabalho, dar a conhecer os fatores mais importantes que contribuem para a qualidade do ar interior e para os problemas de conforto.

Stephan Cramér (2002) Presidente da APIRAC (Associação Portuguesa da Indústria da Refrigeração e Ar Condicionado) refere que “uma boa qualidade de ar interior é quando nos sentimos saudáveis e rodeados de bem-estar”. Para isso, é necessário contar com uma suficiente introdução de ar novo para o interior e um sistema de ventilação que o distribua por toda a instalação desportiva, um controlo rigoroso dos níveis de poluentes interiores e bons níveis de temperatura e humidade relativa.

Cramér (2002) alerta ainda para os problemas que o ar interior poluído pode causar: problemas repetitivos de saúde dos utentes, degradação acelerada dos equipamentos etc. Daí advém a necessidade de definir regras de procedimentos de qualidade, para defender os profissionais da área, alunos e os utentes. Isto para evitar queixas da parte dos professores, alunos, utentes ou dos funcionários como dores de cabeça, olhos irritados, sensação de confusão e desequilíbrio, problemas respiratórios, congestão nasal, garganta seca ou dorida, cansaço, fadiga, agravamento de alergias ou de ataques de asma. Estes problemas são derivados por vezes do sistema de humidificação que se torna numa fonte de contaminação de micróbios e fungos, expondo todos os frequentadores deste tipo de instalações a níveis elevados de poeiras no ar e de compostos voláteis libertados pelos materiais de construção e infiltrados a partir do exterior.

A APIRAC (2002) define “qualidade de ar interior” como uma interação de mudanças constantes de fatores complexos que afetam os tipos, níveis e

importância dos poluentes em ambientes interiores. Incluindo nesses fatores fontes de poluição ou odores; conceção, manutenção e funcionamento dos sistemas de ventilação; condensação e humidade, bem como as suscetibilidades e mentalidades dos utentes.

A APIRAC refere três estratégias fundamentais para controlar a qualidade do ar interior: gerir as fontes de poluição, quer removendo-as do edifício ou isolando-as das pessoas através de barreiras psicológicas, relacionamentos de pressão do ar, ou controlando a temporização do seu uso; diluir os poluentes e removê-los do edifício através da ventilação; usar a filtragem para limpar o ar dos poluentes.

O LNEC (1986) considera a pureza do ar como fator bastante importante para o conforto dos utentes/desportistas, referindo que a principal atuação reside na limitação de produção de gases com certo grau de toxicidade (ex. proibição de fumar), por outro lado, deve garantir-se a instalação de sistemas de captação e evacuação de fumos e outros gases.

Apesar de já se notar alguma preocupação relativamente ao conforto e à qualidade do ar interior esta é ainda um pouco descurada tanto pelos responsáveis dos Parques Desportivos Escolares como pelos utentes em geral. A qualidade do ar interior nas escolas tem recebido especial atenção, uma vez que as crianças são um grupo sensível à poluição do ar devido ao seu corpo estar em crescimento e respirarem maior quantidade de volume de ar que os adultos. Na pesquisa efetuada são vários os estudos realizados em escolas, no entanto, a área desportiva não é explorada. Estes estudos na sua maioria identificam quais os poluentes biológicos que podem afetar as crianças e o que é a qualidade de ar nas escolas (Cartieaux et al., 2011; Yang et al., 2009; Daisey et al., 2003; Croome, et al., 2006). Aparece ainda um estudo realizado no Egipto, em instalações desportivas escolares em que os autores referem que a velocidade do ar não deve ser superior a 1,5 m/s (El-Kadi e Fanny, 2003).

Posto isto, verifica-se que é extremamente importante saber como mover corretamente o ar num Parque Desportivo Escolar (PDE). O parâmetro básico a considerar é o número de “renovações de ar” (N) que representa um volume

completo de ar do recinto desportivo ou da sala de desporto que é mudado numa hora. Em geral, em qualquer PDE são necessárias várias renovações de ar, dependendo de como a área é usada (aeróbica, modalidades com bola, balneários, chuveiros. A Langnon & Wilson (2002) refere que as renovações de ar, nestas instalações, passa basicamente por fornecer às áreas de prática desportiva ar limpo (sem cheiros) e movê-lo pela instalação à medida que este se torna mais sujo, para balneários, chuveiros, expelindo de seguida 100% desse ar sujo. Quanto à ventilação natural, eles salientam que esta também pode funcionar quando existe a possibilidade de controlar o movimento do ar por uma instalação com o uso de janelas, saídas de ar e ventiladores.

A ventilação, natural ou mecânica, dos edifícios deverá assegurar, com carácter de permanência, a pureza do ar, limitando-se nomeadamente o teor de monóxido de carbono (LNEC, 1986). As necessidades de ventilação variam, entre outros fatores, com a época do ano, sendo muito maiores durante o Verão, altura em que mesmo a intensidades de circulação de ar muito elevadas não provocam sensação de desconforto. O LNEC admite que para edifícios com iluminação natural, a ventilação atinja no Inverno 1,5 renovações de ar por hora e no Verão 3 renovações de ar por hora.

Perante isto, é necessário conhecer-se o conceito de ventilação e quais os sistemas que existem.

Dá-se o nome de “ventilação” ao processo de renovar o ar de um recinto. O fim fundamental da ventilação é controlar a pureza e deslocamento do ar em recinto fechado, embora dentro de certos limites, a renovação do ar também possa controlar a temperatura e a humidade do mesmo (Costa, 1974).

Segundo Allard (1998) Ventilação Natural é a estratégia para atingir uma aceitável qualidade diária interior sem o uso de qualquer dispositivo mecânico. Baseia-se essencialmente no fornecimento de ar fresco num espaço e na diluição da concentração da poluição em espaços fechados. A ótima qualidade de ar em espaços fechados pode ser definida como o ar livre de poluentes que causem irritação, desconforto ou doenças nos utentes.

A DGD (1987) define os níveis mínimos de conforto para uma instalação desportiva, variando estes segundo os objetivos da sua utilização e localização,

e ditando assim diferentes graus de exigência a serem considerados nos estudos específicos a realizar. Genericamente é referido que se deverá prever a introdução na sala de quantidades de ar novo não inferiores a 30-50 m³ por hora e por desportista ativo.

Segundo o IND (s/d) os requisitos que se devem ter em conta em salas de desportos nesta área são:

- Ventilação Natural através de vãos de abertura controlável e com secção total correspondente a cerca de 12% da área de exercícios;
- Ventilação (com apoio mecânico) / Renovação de ar:
 - Caudal do ar $\geq 20 \text{ m}^3/\text{hora/utente}$
 - Velocidade do ar $\leq 2,0 \text{ m/s}$
 - Ruído do equipamento $< 20 \text{ dB}$

Relativamente à base de proporção da ventilação, segundo a IAKS (s/d) esta não deve estar abaixo dos 30 a 50 m³, de ar fresco por hora para cada utente. Quanto à ventilação natural, recomenda que esta deve ser assegurada, desde que o ar exterior seja satisfatório e não haja perturbações acústicas provenientes de ruídos externos.

Em relação à ventilação mecânica e ainda de acordo com a IAKS, sugere-se que os sistemas técnicos de ventilação devem ser instalados em salas não divisíveis, através de uma ventilação cruzada (desde um lado da sala até ao outro) de modo a obter uma temperatura mais equilibrada e melhor distribuída na sala, ao contrário de uma ventilação longitudinal (desde o final de uma parede até ao outro). As saídas de ar devem ser colocadas, no entanto, nunca a menos de 2 m acima do piso.

A IAKS (s/d) considera como ideal uma injeção de ar com velocidade de 1,0 m/s a 20 °C. Recomenda ainda a manutenção do ruído dos sistemas de ventilação o mais baixo possível.

A norma francesa NF P90–208 (1994) recomenda que a renovação de ar específica das salas desportivas, deve ser assegurada por dispositivos mecânicos. Esta norma refere que a renovação de ar horária específica de uma instalação desportiva, em condições climatéricas de Inverno, não deve ser menor do que 1,2 ou 1,3 consoante a região geográfica.

Os dispositivos mecânicos de ventilação devem poder ser parados por um dispositivo de programação automática que tenha em linha de conta as horas de ocupação e devem também poder ser regulados em função da taxa de ocupação real dos locais, possuindo pelo menos dois níveis, correspondentes à ocupação normal e à máxima.

Cada central de ventilação deve possuir um dispositivo que permita observar e acompanhar os consumos de energia provenientes da ventilação mecânica.

Segundo a ASHRAE (1995) os valores mínimos típicos de ventilação situam-se entre os 8 a 30 L/s por pessoa. Estes valores podem ser reduzidos caso a instalação seja usada por apenas curtos períodos de tempo.

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) (1986) recomenda oito a doze renovações por hora. As trocas de ar devem ter uma mistura apropriada de ar interior e exterior. O ACSM (1986) refere que esta mistura é habitualmente 10% de ar exterior e 90% de ar interior, embora uma mistura de 40% a 60%, exterior e interior, seja preferível.

No Quadro 1.7 apresenta-se um resumo dos valores limites referentes ao parâmetro Ventilação.

Quadro 1.7 – Resumo de exigências para a Ventilação

ENTIDADES	Renovações de ar por hora (N)	Velocidade do ar (m/s)
LNEC (1986)	1,5 renovações de ar por hora – Inverno 3 renovações de ar por hora – Verão (para edifícios com iluminação artificial)	-
DGD (1987)	Quantidades de ar novo não inferiores a 30 – 50 m ³ por hora e por desportista	-
IND (s/d)	Caudal do ar ≥ 20 m ³ /hora/utente	$\leq 2,0$
IAKS (s/d)	-	1,0
Norma Francesa NF90-208 (1994)	$N \geq 1,2$ ou 1,3 no Inverno	-
ASHRAE (1995)	0,008 a 0,03 m ³ por pessoa	-
ACSM (1997)	8 a 12 renovações de ar	-
RCCTE (2006)	0,6 renovações de ar por hora	-

Conclui-se, após todas as referências e estudos apresentados nesta pesquisa que 1,5 a 2,0 renovações de ar por hora no Inverno e 2,5 a 3,0 renovações de

ar por hora no Verão e uma velocidade do ar inferior a 2 m/s é perfeitamente aceitável desde que estas instalações desportivas estejam bem construídas e sejam munidas com adequados sistemas de ventilação. No caso dos PDE, deve-se controlar o movimento do ar por uma instalação, com o uso de janelas, saídas de ar e ventiladores e deve ser assegurado, com carácter de permanência, a pureza do ar, limitando-se nomeadamente o teor de monóxido de carbono, uma vez que só existe ventilação natural.

Ao se falar de Ventilação, não se pode descurar que lhe está associada dois parâmetros também importantes para o conforto ambiental em PDE: a Temperatura e a Humidade Relativa.

1.1.5.3. HIGROTÉRMICA

O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando o seu organismo pode funcionar sem ser submetido a fadiga ou desequilíbrio térmico. As instalações desportivas devem oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas.

Frota e Schiffer (2001) destacam que quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem o menor esforço a sensação do indivíduo é de conforto térmico e a sua capacidade de realizar tarefas, desse ponto de vista, é máxima. Se as condições térmicas ambientais causam sensação de frio ou de calor, é porque o organismo está a perder mais ou menos calor que o necessário para manter o equilíbrio térmico. Sendo necessário realizar um esforço adicional que origina diminuição no rendimento das tarefas.

1.1.5.3.1. TÉRMICA

As condições térmicas ambientais, influenciam frequentemente o esforço físico. Fazer exercício com elevadas ou baixas temperaturas impõe uma pesada carga sobre os mecanismos que regulam a temperatura corporal.

É necessário definir condições térmicas para os PDE, pois as pessoas aspiram por melhores condições de salubridade, de higiene e de conforto. Tal tem haver, também, com o consumo atual e potencial da energia para o conforto

térmico (aquecimento e arrefecimento) e para o conforto visual (iluminação), bem como a qualidade da construção. Por exemplo, é necessário encontrar formas mais adequadas de aproveitamento da energia solar ou energia ambiente.

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) Decreto - Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril, define como objetivos:

- a) as exigências de conforto térmico no seu interior possam ser asseguradas sem dispêndio excessivo de energia;
- b) os elementos de construção não sofram efeitos patológicos derivados de condensações.

É difícil definir exigências de conforto térmico. Se tomarmos com exemplo, no Inverno, um utente que antes do início da aula, necessita de temperaturas mais elevadas do que após o seu começo, sendo de salientar o risco de lesões que temperaturas demasiado baixas podem implicar no início do desenvolvimento de um esforço.

O RCCTE (2006) no artigo 14º na alínea a) refere que as condições ambientes de conforto de referência para edifícios são uma temperatura do ar de 20°C para a estação de aquecimento e uma temperatura de ar de 25°C e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento.

Segundo o LNEC (1986) o estudo das exigências de conforto térmico deverá passar pela fixação das temperaturas limites (máxima e mínima), que se devem exigir, tendo em vista a compatibilização de diferentes interesses. A partir destas exigências será possível estudar os diversos aspetos de construção que têm influência mais marcante, sabendo-se que as perdas térmicas ocorrem através dos elementos da construção que constituem a sua envolvente – paredes exteriores, pavimento assente no solo, cobertura – e às quais se deve adicionar uma parcela importante que é devida às perdas por ventilação/renovação de ar. O LNEC refere que nos edifícios desportivos a maior parte das perdas acontece pela cobertura e por ventilação. Aconselha por isso a atuar preferencialmente a estes níveis, quando se pretende otimizar as trocas de calor e portanto as perdas de energia, do que incidir a atenção no pavimento e nas paredes exteriores do edifício.

Para o IND (1997) os requisitos térmicos adequados a salas de exercícios/áreas de atividade desportiva, como sejam, aeróbica, manutenção, *cardio-fitness*, musculação, artes marciais, etc., são:

- Temperatura ambiente nas zonas de exercícios - 15 °C a 21 °C no Inverno; 18 °C a 26 °C no Verão;
- Temperatura ambiente nas instalações de apoio – mínimo 18 °C, máximo 26 °C;

Para a IAKS (s/d) a temperatura da sala deve ser de 20 °C.

Fried (2005) refere que as temperaturas ideais para obter um conforto térmico em instalações desportivas oscilam entre 18 a 25 °C.

Já o autor Romo (2007) refere que os valores da temperatura ambiente em instalações desportivas devem oscilar entre 15 a 20 °C segundo o tipo de atividade e a intensidade da mesma. Ou seja, quanto maior for a intensidade da atividade, menores serão seus requisitos de temperatura e vice-versa. Salienta ainda que se podem realizar atividades em boas condições com uma temperatura no Inverno de 15 a 18 °C e no Verão 25 °C (modalidades coletivas, tais como, basquetebol, voleibol, futebol, etc.).

A norma francesa NF90–208 (1994) refere que toda a instalação deve possuir, desde a sua construção, um ou mais dispositivos de regulação que limitem o fornecimento de calor às necessidades correspondentes aos valores de temperaturas interiores fixados pelo regulamento em vigor. Esta norma recomenda que todas as instalações de aquecimento devem possuir mecanismos de controlo que permitam o fornecimento de calor de acordo com as três seguintes situações:

- Período normal de ocupação, sob o controlo do dispositivo de regulação;
- Paragem em período de inocupação, excluindo o período de tempo necessário para restabelecer a temperatura normal de ocupação, exceto se a segurança dos equipamentos exige a manutenção de uma determinada temperatura;
- Fornecimento pleno, necessário para restabelecer a temperatura normal de ocupação. Segundo a ASHRAE (1995) os valores da temperatura para ginásios de escolas deverão situar-se entre os 18 °C e os 20 °C.

O *American College Sports Medicine* (1997) recomenda temperaturas de 16 a 21 °C, como se pode verificar no Quadro 1.8.

Quadro 1.8 – Refere as temperaturas aconselhadas segundo o *American College of Sports Medicine*). Efeitos de várias temperaturas no desempenho humano (adaptado)

Temperatura efetiva (°C) *	Efeitos no desempenho
32	Limite máximo para ocupação contínua durante um período razoável de tempo
27-32	De esperar queixas gerais, sério decréscimo do desempenho mental e psicomotora e fadiga física
27	Nível máximo para desempenho aceitável, até para trabalho limitado; nível de trabalho reduzido muitas vezes até 40 a 50%; muitas pessoas sentem secura nasal
26	Decréscimo regular no desempenho psicomotor, os indivíduos sentem dificuldades em adormecer e permanecer adormecidos, ótimo para banhos e chuveiro
24	Indivíduos vestidos sentem fadiga física, tornam-se letárgicos e sonolentos e sentem-se quentes; indivíduos despidos consideram esta temperatura ótima sem algum tipo de capa protetora
22	Preferida para atividade sedentária enquanto os indivíduos estão a utilizar roupa leve
21	Ponto médio para o conforto no verão; ótimo para tarefas oculomotoras exigentes
20	Ponto médio para conforto no inverno (roupa mais pesada) e atividade moderada, mas ligeira deterioração na resposta cinestésica; indivíduos começam a sentir frio em interiores enquanto praticam atividades sedentárias
19	Ponto médio para conforto no inverno (roupa muito pesada), enquanto indivíduos praticam trabalho pesado ou exercício físico intenso
18	Limite mínimo para coordenação motora aceitável; tremuras ocorrem se os indivíduos não estão extremamente ativos.
16	Problemas de circulação nos dedos e mãos; tremuras tornam-se positivas como forma de ativação
13	Destreza da mão é reduzida até 50%; a força diminui drasticamente e as tremuras aumentam provavelmente de uma forma incontrolável
10	Rigidez extrema; aplicação de força acompanhada por alguma dor; limite mínimo para a exposição desprotegida por mais alguns minutos.

* Estes efeitos da temperatura são baseados em ar relativamente parado e humidade relativa normal (40 a 60%). Temperaturas mais elevadas são aceitáveis se a corrente do ar for aumentada e a humidade diminuída (uma mudança de 1 a 4 °C); temperaturas mais baixas são menos aceitáveis se a corrente do ar aumenta (uma mudança positiva de 1 a 2 °C).

1.1.5.3.2. HUMIDADE RELATIVA E CONDENSAÇÃO

Wilmore e Costill (2001) referem que o conteúdo de vapor de água, ou humidade do ar, desempenha uma importante função na perda do calor humano, especialmente por evaporação. Quando a humidade relativa é

elevada, o ar já contém muitas moléculas de água reduzindo a sua capacidade para aceitar mais água. Este elevado nível de humidade relativa limita a evaporação do suor e da perda de calor. Quando a humidade relativa do ar é baixa, permite a evaporação do suor e a perda de calor. Mas esta também pode trazer problemas caso a velocidade de evaporação da água desde a pele seja superior à produção do suor, neste caso a pele fica muito seca.

Durante o exercício, a humidade constitui uma preocupação importante porque a evaporação é o principal método de perda de calor. Se o ar está saturado de água, não é possível a produção de evaporação, mesmo com temperaturas ambientais mais baixas. O nosso corpo pode não ser capaz de se libertar de todo o excesso de calor quando enfrenta temperaturas elevadas e um elevado grau de humidade, durante o exercício prolongado. Como consequência, a temperatura do corpo pode atingir níveis críticos, podendo colocar em perigo a saúde. Este é um dos motivos por que se torna importante controlar a humidade relativa nos PDE.

Segundo a APIRAC (Associação Portuguesa da Indústria da Refrigeração e Ar Condicionado) (2002), a presença de humidade e sujidade pode dar origem a que fungos e outros contaminantes biológicos se desenvolvam. Níveis de humidade relativa muito elevados contribuem para o crescimento e propagação de poluentes biológicos não saudáveis. Níveis de humidade muito baixos podem contribuir para irritar membranas mucosas, tornar os olhos secos e criar desconforto nasal.

Para além do referido anteriormente e ainda segundo a APIRAC (2002), a sobrevivência e a reprodução dos ácaros é muito facilitada por temperaturas médias de 18 °C a 28 °C, com humidade relativa do ar superior a 50%. A APIRAC (2002) refere que o modo de se evitar esta proliferação dos ácaros é manter o interior das instalações sempre arejado, sem humidade, efetuando-se uma limpeza constante e uma entrada de ar novo.

O ACSM (1997) recomenda que a humidade relativa nas salas de exercício deve ser mantida a 60% ou menos.

ASHRAE (1999) recomenda valores de humidade relativa nas escolas entre 30 a 60%.

Neste contexto, pode verificar-se alguns efeitos fisiológicos causados pelas baixas ou elevadas temperaturas e humidade relativa. Consta-se que se nas instalações desportivas se verificarem temperaturas ou humidades relativas elevadas, estas podem causar efeitos fisiológicos tais como: dores de cabeça; olhos irritados; sensação de confusão e desequilíbrio; problemas respiratórios; congestão e secreção nasal; garganta seca ou dorida; cansaço, fadiga e sonolência; agravamento de alergias ou de ataques de asma; decréscimo do desempenho mental, psicomotor e fadiga física.

Temperaturas e humidade relativa baixas podem causar irritação das membranas mucosas, olhos secos e desconforto nasal; risco de lesões; tremuras, frio; problemas de circulação nos dedos e mãos; força diminuí drasticamente; rigidez extrema.

Conclui-se, após todas as referências e estudos apresentados nesta pesquisa, que a humidade relativa de 50% a 60% é um valor adequado como regra de conforto ambiental nestes espaços dos PDE.

No Quadro 1.9 apresenta-se um resumo dos valores limites referentes aos parâmetros higrotérmicos.

Quadro 1.9– Resumo dos valores limite referentes a Temperatura e Humidade Relativa

ENTIDADE	Temperatura (° C)	Humidade Relativa
IND (1997)	15 °C a 21 °C (Inverno) 18 °C a 26 °C (Verão)	-
<i>American College of Sports Medicine</i> (1997)	18 °C limite mínimo 20 °C ponto médio (Inverno) 21 °C ponto médio (Verão)	40 a 60%
APIRAC (2002)	-	≤ 50%
IAKS (s/d)	20 °C	-
ASHRAE (1995)	18 °C - 20 °C	30 a 60%
RCCTE (2006)	20 °C no Verão 25 °C no Inverno	50% no Inverno

Conclui-se, após todas as referências e estudos apresentados nesta pesquisa, que as temperaturas entre os 18 °C e os 20 °C no Inverno e 20 °C e os 24 °C no Verão e Humidade Relativa entre os 50% e os 60% podem ser consideradas como regras de conforto higrotérmico.

1.1.5.4. LUMINOSIDADE

1.1.5.4.1. ILUMINAÇÃO NATURAL (INSOLAÇÃO) E ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Os PDE devem dispor de boas condições de iluminação natural e artificial de modo a evitar a fadiga visual dos seus utilizadores, originada quer pela inadequação do nível de iluminação, quer por ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e por contrastes de luminosidade que geram encadeamento, quer ainda pela instabilidade e má qualidade de luz.

Romo (2007) refere que toda a instalação deve dispor de iluminação artificial e na medida do possível, de iluminação natural. Salienta ainda que na fase de elaboração do projeto da instalação desportiva, deve ter-se em conta a orientação da instalação, e a distribuição solar pelos vários espaços desportivos, por forma a facilitar a sua manutenção e a aumentar funcionalidade desportiva da instalação.

Neste sentido, serão abordados alguns critérios referentes à iluminação e insolação que convém ter em conta em projetos de quaisquer instalações desportivas.

Para se poder definir corretamente o tipo de iluminação adequada a cada instalação desportiva é necessário tipificar segundo a orientação e distribuição interior da instalação.

A Câmara Municipal de Oeiras (1991) refere que sempre que for possível deve utilizar-se a luz natural, através de uma repartição regular em toda a área do recinto desportivo, evitando brilhos e/ou reflexos.

Segundo a IDAE – Instituto para a “*La Diversificación y Ahorro de la Energia*” de Madrid (2000), as fachadas a Sul têm grandes níveis solares no Inverno e moderadas no Verão. As fachadas orientadas a Norte têm muito poucos ganhos solares e importantes perdas térmicas. As fachadas orientadas a Este e Oeste recebem uma quantidade equivalente tanto no Verão como no Inverno (recebe o sol da manhã em Este e em Oeste o sol da tarde). Para além disso, as fachadas Oeste devem ter poucas aberturas já que o sol da tarde do Verão só vai provocar sobreaquecimento que ao final do dia será difícil de evitar.

Em função das condições que cada uma destas orientações possa ter, deve-se tentar obter uma distribuição pelos espaços interiores que as tenha em conta e as aproveite ao máximo. De forma, a que, se possa acumular energia radiante no inverno reduzindo o uso de sistemas de aquecimento, ar condicionado e ventilação e também de iluminação.

A disponibilidade de luz natural na instalação desportiva é uma característica importante por motivos de conforto dos utentes e pela sua relação com o consumo de energia elétrica para iluminação.

A IDAE (2000) apresenta uma das formas habituais de avaliar o acesso das salas à luz natural através do Fator de Luz Natural (FLN), definido pela fórmula seguinte:

$$FLN\% = \frac{V\theta T}{A(1-R^2)}$$

Onde V é a área total das janelas (em m^2); θ é o ângulo do céu visível, medido num plano vertical perpendicular à janela, desde o ponto central da janela, valor em $^\circ$, T o fator de transmissão do envidraçado: 0,85 para vidro simples ou 0,7 para vidro duplo; A a área total de todas as superfícies da sala – solo, teto, paredes e janelas (em m^2) e R a reflexão média das superfícies – 0,5 para salas com cores claras e 0,3 para cores escuras.

Para a IDAE (2000) para se conseguir um nível suficiente de acesso à luz natural há que projetar as salas e as superfícies das janelas de forma que se consiga um FLN igual ou superior a 2%.

Relativamente à orientação, a IDAE (2000) refere que para efeitos de proteção solar o preferível é ter fachadas de maior superfície a Norte e a Sul e minimizar as superfícies das fachadas com direções mais desfavoráveis, que são a Este e Oeste. Estas orientações podem considerar-se válidas com uma variação de $\pm 30^\circ$.

A Câmara Municipal de Oeiras (1991) corrobora com a IDAE ao mencionar que tecnicamente, as soluções que defendem a orientação das bandas de iluminação a Norte, parecem ser as que melhor aproveitamento conseguem da iluminação natural. Contudo, reconhece que a orientação a sul é uma medida

importante da economia de energia, exigindo todavia sistemas de proteção e reflexão da luz e com recurso a materiais translúcidos.

A orientação predominante da instalação é determinante nos efeitos que a insolação terá sobre ela mesma. O critério geral é que a orientação da fachada seja para Sul (plano da fachada perpendicular a Sul) que é a mais favorável, já que permite uma fácil proteção dos raios solares ao meio dia, e reduz a exposição à insolação de manhã e de tarde, que é mais difícil de evitar e pode provocar sobreaquecimento ao final do dia. Genericamente, e na medida do possível, deverá assegurar-se uma repartição regular da luz, de forma a evitar brilhos e reflexos.

Pelo contrário, a Direção Geral dos Desportos (1987), no que diz respeito à iluminação natural, refere que as principais bandas de iluminação deverão estar orientadas a Norte, a fim de assegurar uma distribuição uniforme dos raios solares nas salas, principalmente quando atravessam superfícies transparentes. Refere ainda, que esta orientação poderá ser a Sul, desde que sejam utilizados sistemas de proteção e de difusão da luz, móveis ou fixos, nomeadamente pelo emprego de materiais translúcidos. A orientação das principais bandas de iluminação para Sul tem um papel decisivo na economia da instalação.

Segundo a DGD (1987) a área total de superfície envidraçada será determinada, entre outros fatores, pela insolação de cada local e pelo valor total da superfície, materiais e tipo de acabamentos das paredes, tetos e pavimentos das salas desportivas; as janelas deverão possuir as mesmas exigências mecânicas que as paredes. A DGD (1987) recomenda que qualquer que seja o sistema de iluminação natural, para áreas com profundidade superior a 15 m, a iluminação seja complementada com iluminação artificial. A reforçar esta afirmação está a Câmara Municipal de Oeiras (1991), mencionando que sempre que necessário, mesmo perante um bom aproveitamento da luz natural o recurso à complementaridade da iluminação artificial. Esta deverá permitir uma adequada perceção dos objetos móveis, do traçado de linhas de jogo, reduzir o brilho ao mínimo e prestar a todo o espaço um ambiente geral confortável.

Romo (2007) reforça o que foi dito anteriormente, referindo que sempre que possível, o eixo longitudinal da instalação deve estar orientado na direção este-oeste. As frentes principais das janelas devem ficar ao longo das laterais sul-norte, nos fundos (este-oeste) não se devem instalar janelas. Assim poderá conseguir-se o máximo de aproveitamento da luz proveniente do sol, sem que esta possa causar encadeamento durante a realização da prática desportiva. Para além disso, a luz do sol que penetra através das janelas, orientadas a sul, transmitem calor para o espaço desportivo, reduzindo a necessidade de existirem sistemas de aquecimento durante o Inverno. O autor sugere que as janelas sejam contínuas de forma a distribuir a luz solar homogeneamente e conjuga-la com iluminação horizontal (cobertura), assim a iluminação natural do espaço seria excelente.

Fielding (2006) enumera algumas formas para controlar a luz natural em espaços desportivos escolares tais como, usar a luz que vem do Norte, filtrar a luz, utilizar dispositivos de controlo de luz.

Além disso, a luz do sol que entra através das janelas orientadas a sul, exporta calor para o espaço desportivo, reduzindo a necessidade de calafetar as janelas durante o Inverno. No entanto, Romo (2007) aconselha que é conveniente que as janelas orientadas a sul estejam protegidas por sistemas (cortinas, estores, etc.) que não permitam que no Verão as temperaturas se tornem muito elevadas nas instalações desportivas. Este autor refere ainda que as janelas devem ser dispostas de forma contínua, com a finalidade de tornar a luz natural uniforme e não criar zonas de luz e de sombra.

Relativamente à iluminação artificial, devido ao condicionamento que as instalações de iluminação provocam noutras áreas de intervenção das salas, nomeadamente ao nível da construção do teto, ventilação, instalação elétrica, etc., a instalação da iluminação artificial deve estar incluída desde o início do projeto, devendo ser realizado um estudo prévio que permita otimizar a instalação e reduzir o consumo energético.

De acordo com a DGD (1987) e a IAKS (s/d), os princípios que se devem ter em conta numa instalação de iluminação artificial são: excelente perceção dos objetos móveis; efeito do brilho e reflexos reduzidos ao mínimo; boa iluminação

de cores; atmosfera geral agradável; os aparelhos de iluminação deverão ser em materiais adequados, que resistam a choques e impactos, deve ser possível ajustar o nível de luz necessário, de acordo com as atividades a realizar. A iluminação dos corredores e passagens, assim como os locais anexos para os utentes e funcionários, deverá estar de acordo com a legislação e recomendações em vigor para edifícios públicos quando existam.

A IAKS (s/d) refere que deve ser mantida uma intensidade mínima de iluminação de 200 lux (valor funcional), medido um metro acima do piso.

Segundo o LNEC (1986) a iluminação natural consegue-se através de elementos transparentes integrados na cobertura ou nas paredes e a sua participação na iluminação mede-se pelo chamado “fator de luz do dia”. Para o autor, os níveis de exigência de iluminação em edifícios desportivos podem ir desde 200 a 2000 lux. Contudo, a estes níveis de iluminação natural estão associados altos níveis de perdas térmicas. A iluminação por luz natural deverá ser moderada e equilibrada, devendo atingir níveis que satisfaçam a prática das várias atividades dentro dos Parques Desportivos Escolares, em condições menos exigentes (ex. atividades menos exigentes), sendo complementada por iluminação artificial, de forma a satisfazer as atividades ou modalidades mais exigentes.

Para o IDP (s/d) os requisitos de iluminação devem ser os seguintes, para salas de desporto:

Iluminação natural com área entre os 6% e 12% da área de prática desportiva, da qual 1/3 distribuída pelo teto;

Iluminação artificial: nível médio horizontal (a 1 m do solo):

- iluminação de base = 200 lux;
- iluminação de serviço = 300 lux;
- fator de uniformidade = 0,7;
- iluminação de emergência regulamentar.

Para o ACSM (1997) a sala de desporto deve ter um nível apropriado de luz, para isso o nível de iluminação deve ser de cerca de 540 lux ao nível do solo. Apresentam-se no Quadro 1.10 as exigências de iluminação segundo o ACSM.

Quadro 1.10 – Exigências de iluminação (Adaptado de *American College of Sports Medicine*)

Exigências da tarefa	Intensidade da Luz(Lux)	Tipo de iluminação
Pequeno detalhe; contraste reduzido; observação prolongada; resposta rápida sem se preocupar com o erro	1075	Iluminação suplementar colocada perto da tarefa visual
Pequeno detalhe, contraste médio, duração de atividade curta mas próxima, velocidade não é essencial	540-1075	Iluminação suplementar e ou luz geral bem distribuída e difundida
Atividade típica de secretária/escritório	430-645	Iluminação geral difusão das lâmpadas diretamente acima da cabeça
Desportos (ex.: ténis e basquetebol) ou jogos recreativos interiores (ex.: ténis de mesa e bilhares)	325-540	Iluminação geral com número suficiente de lâmpadas que permita uma distribuição equilibrada da iluminação do campo ou mesa.
Leitura recreativa ou escrita de cartas	270-485	Iluminação suplementar colocada acima do local de leitura de maneira a que a ofuscação por brilho não ocorra.
Atividades domésticas típicas	110-270	Iluminação geral
Visibilidade para circular evitando pessoas e mobília.	50-110	Iluminação geral ou suplementar com preocupações tomadas para não permitir fontes suplementares que projetem nos olhos do utilizador.

A Langnon & Wilson (2002) aconselha a utilizar sempre que possível claraboias e luz natural.

Esta empresa define alguns requisitos de iluminação a ter em conta em:

- áreas de recinto desportivo = 807 a 860 lux (fluorescente);
- salas de desporto = 268 a 807 lux;
- vestiários = 646 a 860 lux;
- chuveiros = 538 lux.

Segundo a Câmara Municipal de Oeiras (1991) para as situações de ensino, de treino e de prática desportiva informal, o índice de luminosidade não deve ser inferior a 200/300 lux, calculados a 1 metro acima do solo. Na prática formal, deve prever-se um sistema de reforço desta intensidade luminosa, apontando para os valores entre 400/500 lux, dadas as exigências da prática desportiva competitiva.

Romo (2007) recomenda iluminação artificial para aulas de educação física entre 150 a 200 lux.

A EN 12193 refere que a iluminação adequada para ginásios deve ser de 300 lux e para polidesportivo coberto deve ser de 200 lux.

Conclui-se, após todas as referências e estudos apresentados nesta pesquisa, que as instalações desportivas devem dispor de iluminação artificial e sempre que possível de iluminação natural. Deve-se ter em conta a orientação da instalação, por forma a proporcionar uma distribuição solar homogénea por todo o espaço desportivo, aumentando a sua funcionalidade e evitando encadeamentos. A proposta do eixo-longitudinal da instalação orientado este-oeste e as frentes principais das janelas estarem situadas ao longo das laterais sul-norte talvez seja a mais adequada. O nível de iluminação de 400 – 500 lux pode ser proposto como regra de conforto nas instalações dos PDE.

Os parâmetros definidos e desenvolvidos até aqui foram os avaliados neste estudo e considerados importantes para se adquirir o conforto nas instalações desportivas. Apesar de só estes terem sido estudados, existem outros (pavimento, coloração, geometria e acessibilidades e segurança) parâmetros que se devem ter em conta nas instalações desportivas para adquirir o conforto necessário para realizar atividade física. Estes parâmetros não serão desenvolvidos neste trabalho mas são considerados importantes.

1.1.6. CONCLUSÕES PARA APOIO AO PROJETO

As conclusões mais significativas para o apoio à decisão em projeto e/ou utilização de instalações deste tipo são resumidas no Quadro 1.11. Aí se podem constatar valores sugeridos para a criação e/ou manutenção das condições mínimas ideais de conforto nas áreas mais importantes abordadas neste trabalho.

Quadro 1.11 – Proposta de valores considerados aceitáveis para Parques Desportivos Escolares

ÁREA	PARÂMETRO	VALOR LIMITE
Acústica	Níveis de exposição pessoal diária ($L_{EX,8h}$)*	≤ 80 dB(A)
	Tempos de reverberação (TR 500 – 2k Hz)	$\leq 1,5$ s
	RASTI	$\geq 0,45$
	L_{Aeq} (rf) - Ruído de Fundo	≤ 40 dB
Térmica	Temperatura	18 °C a 20 °C (Inverno)
		20 °C a 24 °C (Verão)
Humidade	Humidade relativa (HR)	50% - 60%
Ventilação	Número de renovações de ar por hora (N)	1,5 a 2,0 (Inverno)
		2,5 a 3,0 (Verão)
	Velocidade do ar	≤ 2 m/s
Luminosidade	Iluminação natural e artificial	400 a 500 lux

* $L_{EX,8h}$ – Nível sonoro de exposição diária (8 horas)

2. METODOLOGIA

2.1. SELEÇÃO DA AMOSTRA

Foi realizada uma pesquisa inicial, com o objetivo de selecionar os PDE do distrito de Aveiro que possuísem instalações desportivas cobertas.

Para a realização deste trabalho, foram enviados às entidades responsáveis pelas escolas respetivas, pedidos de autorização, para efetuar a avaliação dos parâmetros acústicos, higrotérmicos e de iluminação nos seus Parques Desportivos Escolares, sem ocupação e com ocupação.

A amostra inicial era de cinquenta e três escolas, sendo entregue pessoalmente uma carta (Anexo A) aos Diretores de todas as escolas do distrito de Aveiro, pedindo a colaboração e autorização para proceder à recolha dos dados e à aplicação de inquéritos aos grupos de Educação Física. Após a análise da carta, era realizada uma reunião para esclarecer e explicar como se iria proceder à recolha de dados, quais os instrumentos a serem utilizados e quais os parâmetros que iriam ser avaliados. Após esta reunião, os responsáveis dariam o seu aval, posteriormente ou na altura, através de e-mail ou contato telefónico.

A quase totalidade das Escolas respondeu afirmativamente, disponibilizando os seus espaços desportivos para o respetivo estudo, mostrando logo disponibilidade e até muita curiosidade para saber em que condições estavam as suas instalações, pois queriam dados científicos para comprovar os “problemas” na instalação, alegados pelos professores, alunos e auxiliares da ação educativa, de forma a posteriormente considerarem soluções para os colmatar.

Outras escolas, num momento inicial, não davam qualquer tipo de resposta, pelo que se procedia ao contacto telefónico e sempre que necessário era realizada nova deslocação à escola, a fim de adquirir uma resposta ou a autorização. Só em três escolas do distrito de Aveiro (cerca de 6% do total) não foi realizado este estudo: a Escola Secundária José Macedo Fragateiro (Ovar)

recusou alegando que o pavilhão iria entrar em obras, pelo que não tinha interesse em participar neste estudo. A Escola Secundária José Estêvão (Aveiro) iria perder as suas instalações antigas e iriam ser construídas instalações novas completamente diferentes, pelo que o Diretor da escola não achou pertinente realizar o estudo em instalações que iriam desaparecer. Na escola EB2,3 da Mealhada, não foi possível aplicar o estudo, pois o grupo de Educação Física não leciona aulas devido, alegadamente, às más condições e falta de segurança do pavilhão.

Posteriormente foram combinados com o grupo de Educação Física das escolas, os dias para realizar as avaliações com e sem ocupação das instalações desportivas.

O processo foi moroso e muitas vezes, após a necessária deslocação ao local para proceder à recolha de dados, com autorização prévia, esta não era realizada e era adiada. Isto devido às condições em que se encontravam as respetivas instalações, não era possível a lecionação das aulas, uma vez que a humidade dentro das instalações era muito elevada e tornava o piso muito escorregadio, tornando a lecionação das aulas muito perigosa.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A análise experimental deste estudo foi feita numa amostra composta por sessenta e oito instalações desportivas, das quais, quarenta e três são referentes a *pavilhões* e vinte e cinco referentes a *salas de desporto*, do distrito de Aveiro. Estas instalações pertencem a todos os concelhos do distrito: Águeda, Albergaria-a-Velha, Anadia, Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Mealhada, Murtosa, Oliveira do Bairro, Ovar, Sever do Vouga e Vagos. Para avaliação e estudo dos parâmetros de qualidade e conforto ambiental, é pressuposto que as Escolas tivessem instalações desportivas cobertas, independentemente de estas serem implantadas dentro do terreno escolar ou fora deste (instalações municipais ou de associações). O pressuposto é que as referidas instalações fossem utilizadas pela escola no horário letivo, para a avaliação de alguns parâmetros e sem ocupação para outro tipo de parâmetros. Também não foi

considerado eliminatório o fator tipologia e geometria, ou seja, foram avaliadas todas as instalações, com tipologias diferentes e geometrias diferenciadas.

Nas cinquenta escolas, como já mencionado anteriormente, foram avaliadas sessenta e oito instalações desportivas, quarenta e três destas eram referentes a pavilhões com geometrias diversas (exemplo: 45x25x7 m; 44x22x7 m e 32x24x7 m), considerando a tipologia atribuída pelo Ministério da Educação, no seu programa para a conceção de instalações desportivas escolares, atualmente denominado como Parque Desportivo Escolar), foram ainda avaliadas vinte e cinco salas de desporto e ginásios destinados à realização de aulas de ginástica, quase todas com 16x14x7 m. Dentro destes Parques Desportivos Escolares estão inseridos alguns pavilhões municipais e de associações. As escolas mais antigas tinham normalmente só um ginásio (sala de desporto) ou só um pavilhão. As mais recentes, com mais de um ano e menos de 11 anos, já apresentam instalações apetrechadas com um recinto polidesportivo e sala de desporto.

A amostra compreendeu uma vasta diversidade de instalações desportivas no distrito de Aveiro, fazendo parte deste estudo, diversas instalações com mais de vinte anos de construção. Foram incluídas nesta investigação, parques desportivos escolares com diferentes “estilos” arquitetónicos e com épocas de construção bastante diferentes, alguns municipais e de associações, contudo a grande maioria das instalações incluídas nesta investigação, são instalações de construção relativamente recente (entre 1 a 12 anos).

A classificação da amostra foi baseada nos programas para a conceção e projeto de Instalações Escolares para a Educação Física e Desporto, definidos pela Direção de Serviços de Instalações e Equipamentos Educativos - Divisão de Estudos e Equipamentos Educativos da Secretaria Geral do Ministério da Educação (SGME) (2005). No Quadro 2.1 especifica-se a caracterização dos espaços de ensino interiores adotados pela SGME e menciona-se a tipologia e dimensões reais das instalações desportivas adotadas e utilizadas para este estudo.

Quadro 2.1 – Caracterização dos espaços de ensino interiores adotados pela SGME e adotada para este estudo

Quadro 2.1 – Caracterização dos espaços de ensino menores adotados pela SGME e adotada para este estudo					
	TIPOLOGIA (SGME)	GEOMETRIA (SGME)	Campos de jogos de referência com dimensões oficiais (SGME)	TIPOLOGIA ADOTADA	GEOMETRIA REAL
	Ginásio G1	18x12x5 m	1 campo polivalente de jogos	Salas de Desporto	16x14x5 m
	Ginásio G2	24x16x6 m	1 campo de voleibol longitudinal		
	Ginásio G3	27x18x7 m	1 campo de voleibol longitudinal		
	Ginásio G4	32x24x7 m	1 campo de basquetebol longitudinal	Pavilhão T1	30x18x8 m
			2 campos de voleibol transversais		
Pavilhão Desportivo PG	PG_a (com bancada lateral para público)	45x25x7 m	1 campo de andebol longitudinal 3 campos de voleibol transversais	Pavilhão T4	45x27x9 m
	PG_b (apenas com galeria lateral)	44x22x7 m	1 campo de andebol longitudinal	Pavilhão T2 Pavilhão T3	40x20x9 m 44x27x9 m

SGME - Divisão de Estudos e Equipamentos Educativos da Secretaria Geral do Ministério da Educação

Foi adotada a seguinte classificação de forma a simplificar a tipologia e nomenclatura das instalações e a geometria real destas instalações:

T1- Recinto polidesportivo com 30x18x8 m e uma sala de desporto com 16x14x5 m;

T2 - Recinto polidesportivo com galeria lateral com 40x20x9 m;

T3 - Recinto polidesportivo com galeria lateral com 44x27x9 m;

T4 - Recinto polidesportivo com bancada lateral com 45x27x9 m com sala de desporto 16x14x5 m;

SD (GA) - Ginásio Antigo com mais de 20 anos;

T5 - Pavilhões Municipais;

T5 - Pavilhões Associações.

Recorde-se que os Parques Desportivos Escolares tipo 1 (T1) são aqueles que a Secretaria Geral do Ministério da Educação (SGME) classifica por G4; as instalações tipo 2 (T2) são aquelas que a SGME classifica por PGb1; as instalações tipo 3 (T3) são aquelas que a SGME classifica por PGb2; as instalações tipo 4 (T4) são aquelas que a SGME classifica por PGa. Salas de Desporto são aquelas que a SGME classifica por G1, G2 e G3.

Além dos Parques Desportivos Escolares, incluíram-se também pavilhões municipais e de associações do distrito de Aveiro.

Apresenta-se no Quadro 2.2 lista dos Parques Desportivos Escolares (PDE) estudados, o código de identificação adotado, a tipologia correspondente assim como a sua localização (concelhos).

Na Figura 2.1 representa-se a distribuição geográfica dos Parques Desportivos Escolares por concelhos do distrito de Aveiro.

Ao analisar o Quadro 2.2 verifica-se que existem trinta e três Parques Desportivos Escolares construídos segundo o programa estipulado pelo Ministério da Educação. Assim existem nesta amostra, catorze de tipologia *T1*, dez do tipo *T2*, cinco do tipo *T3* e quatro do tipo *T4* e vinte e cinco salas de desporto. Na amostra em estudo estão incluídos também sete pavilhões municipais e três pavilhões pertencentes a associações.

Uma vez que os ginásios antigos só são cinco e a geometria e comportamento das instalações é semelhante às das salas de desporto, foi adotada a nomenclatura de salas de desporto que inclui os ginásios antigos.

Quadro 2.2 – Amostra de Parques Desportivos Escolares utilizados, suas tipologias e geometria.

Quadro 2.2 – Amostra de Parques Desportivos Escolares utilizados, suas tipologias e geometria.				GEOMETRIA (m)	
ESCOLAS		CONCELHO	TIPOLOGIA	PAVILHÃO (m)	Sala de Desporto
1	EB 2,3 Aires Barbosa, Esgueira	AVEIRO	T1	30x18x8	16x14x5
2	ES/3 Jaime Magalhães Lima, Esgueira		T3	44x27x9	-----
3	ES/3 Dr. Mário Sacramento, Glória		SD	-----	20x12x6
4	ES Homem Cristo, Glória		SD	-----	23x10x5
5	EB 2,3 João Afonso de Aveiro		T2	40x20x9	-----
6	EB 2,3 São Bernardo		T1	30x18x8	16x14x5
7	EB 2,3 Castro Matoso, Oliveirinha		T1	30x18x8	16x14x5
8	EB I Eixo		T1	30x18x8	16x14x5
9	EB 2,3 Aradas		T4	45x27x9	16x14x5
10	EB 2,3 Cacia		T1	30x18x8	16x14x5
11	ES/3 Dr. João Celestino Gomes	ÍLHAVO	T2	40x20x9	-----
12	EB 2,3 Ílhavo		T2	27x21x9	-----
13	EB 2,3 Gafanha da Encarnação		T5	48x23x12	-----
14	EB 2,3 Gafanha da Nazaré		T5	50x29x10	-----
15	ES/3 Gafanha da Nazaré		T3	44x27x9	-----
16	EB 2,3 e ES/3 de Vagos	VAGOS	T5	49x27x12	14x9x4
17	EB 2 Albergaria-a-Velha	ALBERGARIA-A-VELHA	T1	30x18x8	16x14x5
18	ES/3 Albergaria-a-Velha		T2	40x20x9	-----
19	EB 2,3 da Branca		T5	53x24x10	10x10x5
20	EB I São João de Loure		T1	30x18x8	16x14x5
21	ES/3 Estarreja, Beduíno	ESTARREJA	T3	44x27x9	-----
22	EB 2,3 de Tadre Donaciano de Freire		T1	30x18x8	16x14x5
23	EB 2,3 Dr. Egas Moniz, Avanca		T5	45x26x11	-----
24	EBI, JI Tardilhó		T1	30x18x8	16x14x5
25	EB 2,3 Tadre António Morais da Fonseca, Murtosa	MURTOSA	T4	45x27x9	16x14x5
26	EBI/JI Torreira		T4	45x27x9	16x14x5
27	EB 2,3 Fernando Caldeira	ÁGUEDA	T2	40x20x9	-----
28	ES/3 Adolfo Tortela		T2	40x20x9	-----
29	ES Marques de Castilho		SD	-----	22x14x7
30	EB 2,3 Aguada de Cima		T5	43x23x10	-----
31	EB 2,3 Fermentelos		T4	45x27x9	16x14x5
32	EB 2,3 Valongo do Vouga		T1	30x18x8	16x14x5
33	EB 2,3 e ES/3 de Sever do Vouga	SEVER DO VOUGA	T5	45x26x10	-----
34	ES da Mealhada	MEALHADA	SD	-----	21x17x7
35	EB 2,3 TamTilhosa do Botão		T5	50x28x8	-----
36	EB 2,3 Oliveira do Bairro	OLIVEIRA DO BAIRRO	T2	40x20x9	-----
37	ES Oliveira do Bairro		T5	44x27x10	-----
38	EB 2,3 Dr. Fernando Teixeira-Oiã		SD	-----	14x14x6
39	EB 2,3 António Dias Simões	OVAR	T2	40x20x9	-----
40	EB 2,3 Florbela EsTanca – Esmoriz		T2	40x20x9	-----
41	ES Júlio Dinis		T3	44x27x9	-----
42	EB 2,3 de Maceda		T1	30x18x8	16x14x5
43	EB 2,3 Mons. Miguel Oliveira – Válega		T1	30x18x8	16x14x5
44	ES de Esmoriz		T3	44x27x9	-----
45	EBI S. Vicente de Tereira de Jusã		T1	30x18x8	16x14x5
46	EB 2,3 de Anadia	ANADIA	T2	40x20x9	-----
47	ES de Anadia		T1	25x22x6	18x22x5
48	EB 2,3 Vilarinho do Bairro		T5	44x22x8	-----
Total Escolas = 50			Total Instalações	43	+ 25 = 68

EB – ESCOLA BÁSICA
ES – ESCOLA SECUNDÁRIA

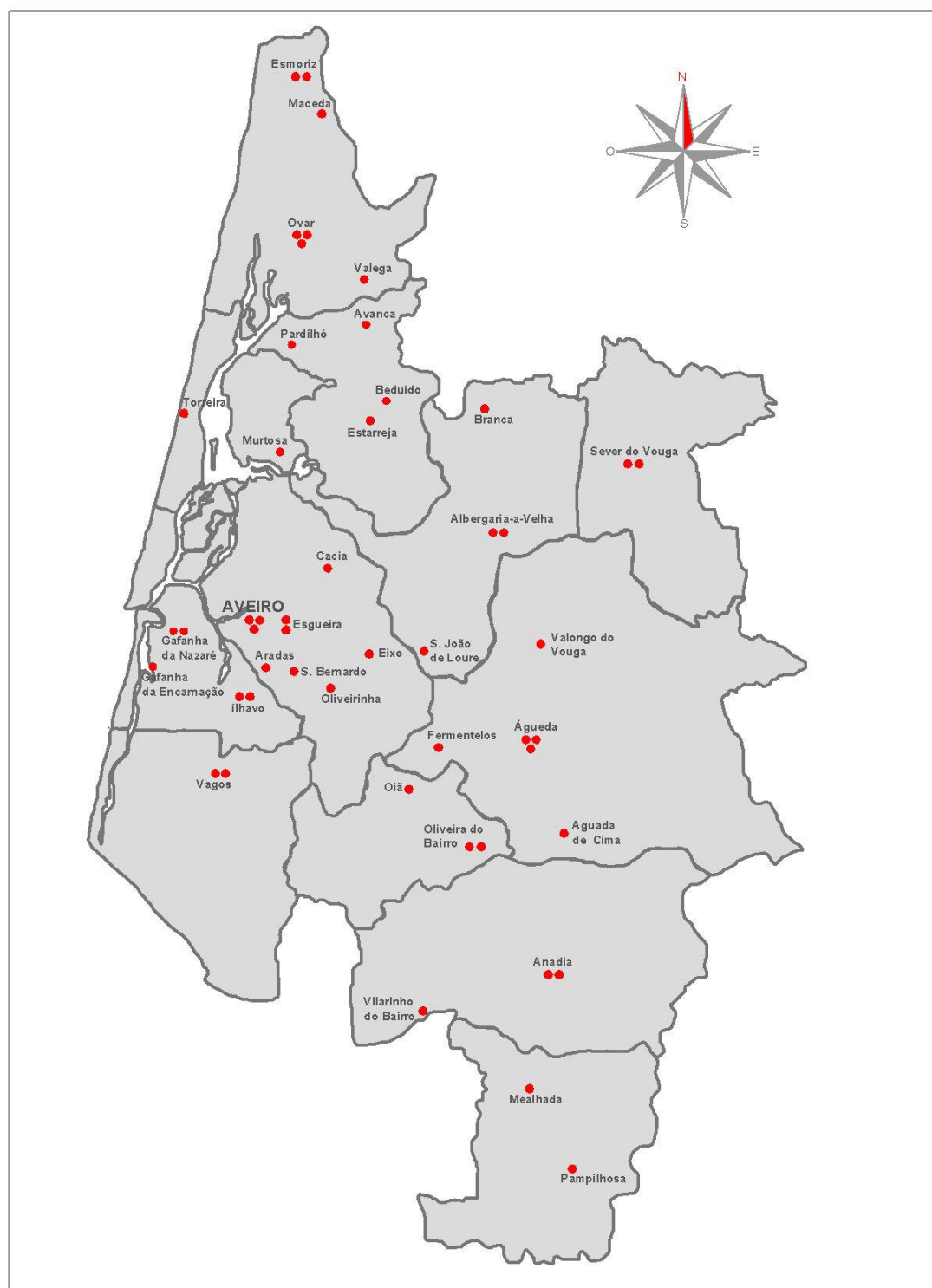


Figura 2.1 - Distribuição geográfica dos Parques Desportivos Escolares
(Adotado de <http://viajar.clix.pt/geo.php?c=87&lg=pt> e <http://www.fisicohomepage.hpg.ig.com.br/dist-aveiro.htm>)

2.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS DA AMOSTRA

Neste subcapítulo é feita uma apresentação das quatro tipologias existentes na amostra para se conseguir entender as diferenças entre elas, seguida da respetiva caracterização geométrica dessa mesma amostra. As fotos apresentadas foram escolhidas pela sua qualidade, por isso poderão ser de várias escolas que apresentam a mesma tipologia, uma vez que não existe qualquer tipo de diferença ao nível da construção a não ser as cores utilizadas.

a) TIPOLOGIA T1 - 30 x 19 x 8 m



Figura 2.2– Exterior da Escola Básica de Albergaria-a-Velha (entrada principal) (Escola n.º 17).
[Fotografia da autora]



Figura 2.3 – Exterior da Escola Básica de Albergaria-a-Velha (traseiras). (Escola n.º 17).
[Fotografia da autora]



Figura 2.4 – Interior do pavilhão da Escola Básica do 2º e 3º ciclo de Maceda – Ovar. (Escola n.º 42).
[Fotografia da autora]



Figura 2.5 – Interior da sala de desporto da Escola Básica Integrada de Eixo – Aveiro. (Escola n.º 8).
[Fotografia da autora]

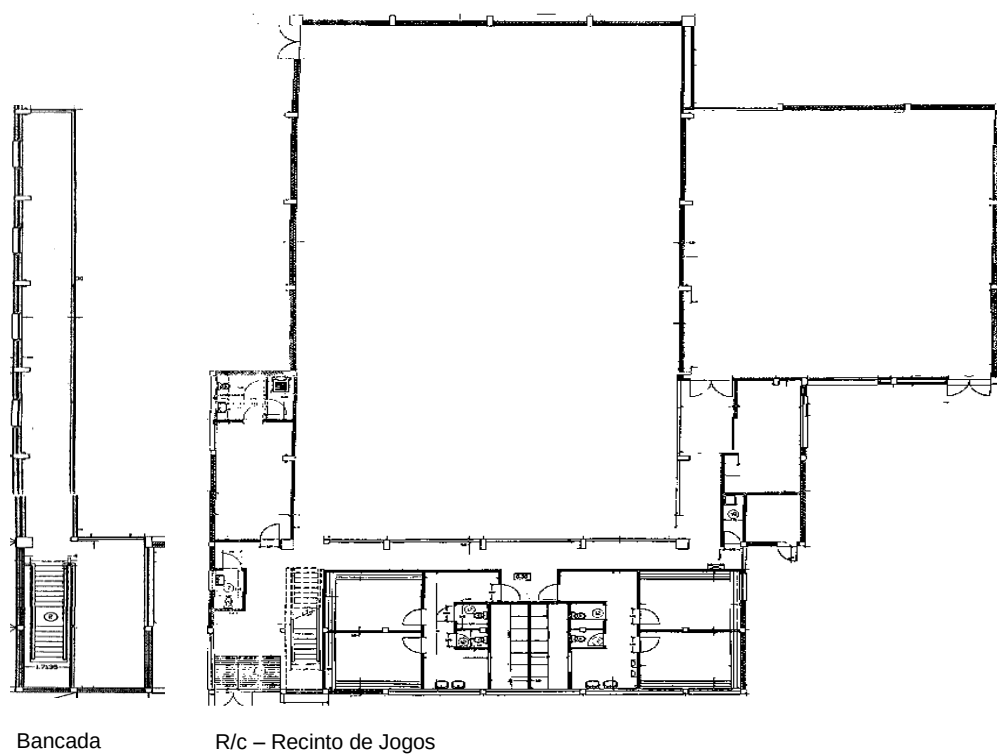


Figura 2.6 – Planta do Parque Desportivo da Escola Básica Integrada de Eixo – Aveiro (Escola n.º 8).
[Planta cedida pela Direção da escola]

b) TIPOLOGIA T2 - 40 x 20 x 9 m



Figura 2.7 – Exterior da Escola Secundária de Albergaria-a-Velha (Escola n.º 18).
[Fotografia da autora]



Figura 2.8 – Exterior da Escola Secundária de Albergaria-a-Velha (Escola n.º 18).
[Fotografia da autora]

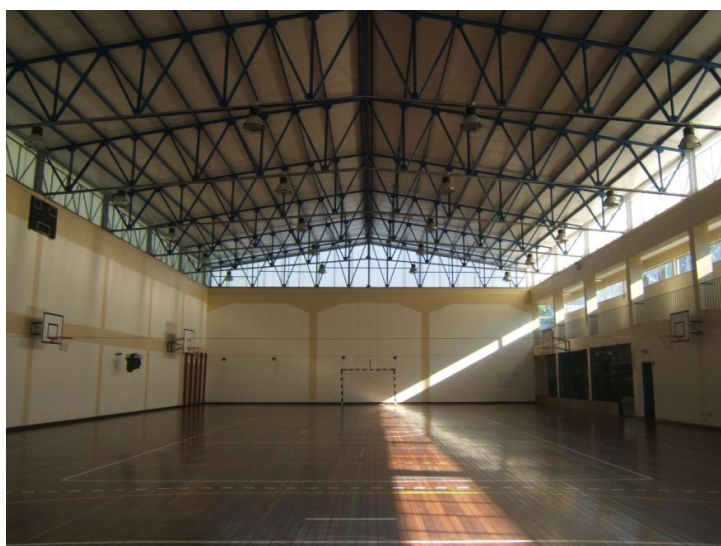


Figura 2.9 – Interior da Escola 2º e 3º ciclo Florbela Espanca – Esmoriz. (Escola n.º 40).
[Fotografia da autora]

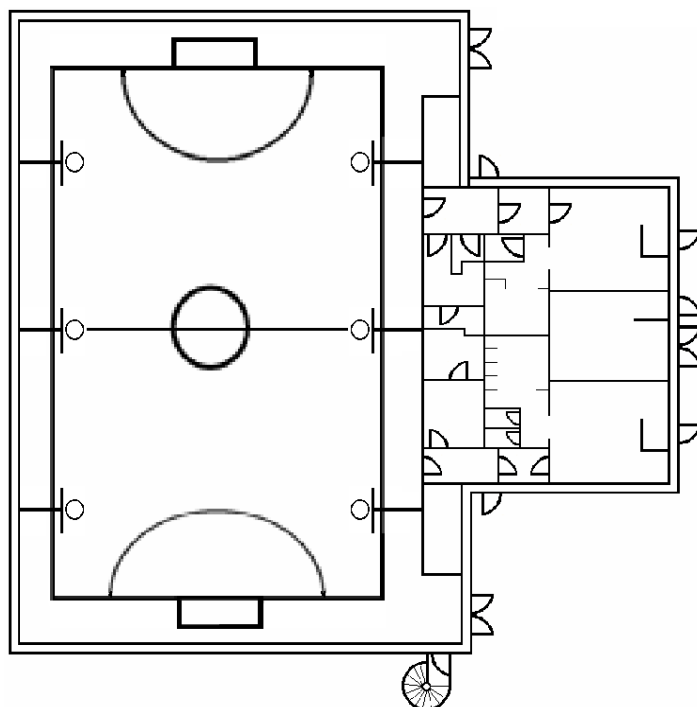


Figura 2.10 – Planta da Escola Secundária de Albergaria-a-Velha (Escola n.º 18).
[Planta cedida pela Direção da escola]

c) TIPOLOGIA T3 - 44 x 28 x 9 m



Figura 2.11 – Exterior da Escola Secundária de Esmoriz (Escola n.º 44).
[Fotografia da autora]



Figura 2.12 – Exterior da Escola Secundária de Esmoriz (Escola n.º 44).
[Fotografia da autora]



Figura 2.13 – Interior da Escola Secundária de Esmoriz (Escola n.º 44).
[Fotografia da autora]

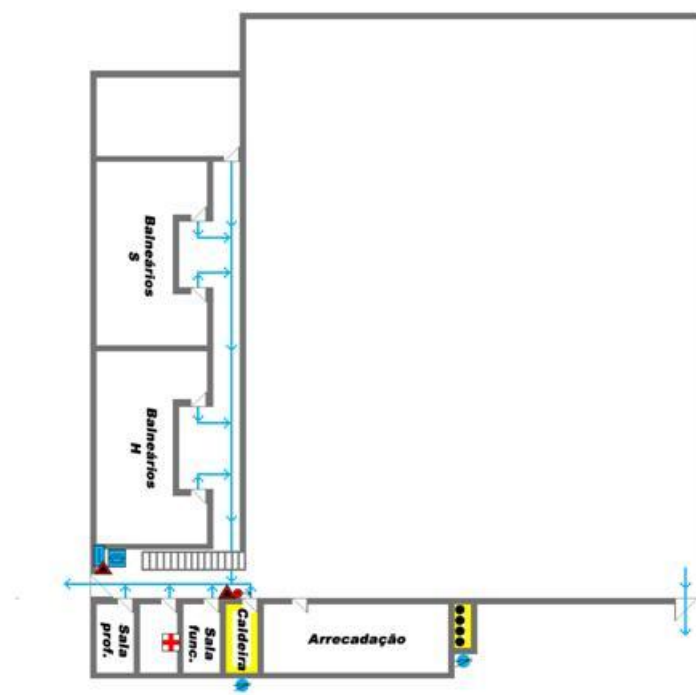


Figura 2.14 – Planta da Escola Secundária de Estarreja (Escola n.º 21).
[Planta cedida pela Direção da escola]

d) TIPOLOGIA T4 - 45 x 30 x 9 m



Figura 2.15 – Exterior da Escola Básica Integrada/JI da Torreira (Escola n.º 26).
[Fotografia da autora]



Figura 2.16 – Exterior da Escola Básica Integrada/JI da Torreira (Escola n.º 26).
[Fotografia da autora]



Figura 2.17 – Interior do pavilhão da Escola Básica 2º e 3º ciclo de Aradas (Escola n.º 9).
[Fotografia da autora]



Figura 2.18 – Interior do pavilhão da Escola Básica 2º e 3º ciclo de Aradas (Escola n.º 9).
[Fotografia da autora]



Figura 2.19 – Interior da sala de desporto da Escola Professor Artur Nunes Vidal – Fermentelos (Escola n.º 31).
[Fotografia da autora]

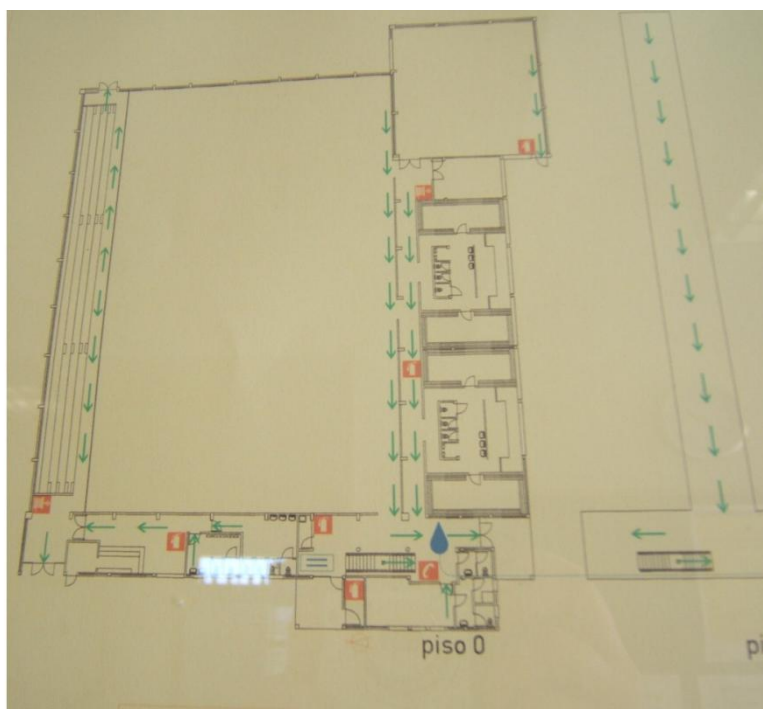


Figura 2.20 – Planta do Parque Desportivo da Escola Básica 2º e 3º ciclo de Aradas (Escola n.º 9).
[Planta cedida pela Direção da escola]

e) GINÁSIO ANTIGO



Figura 2.21 – Interior do Ginásio Antigo da ES/3 Dr. Mário Sacramento, Glória. (Escola n.º 3).
[Fotografia da autora]



Figura 2.22 – ES Homem Cristo, Glória. (Escola n.º 4).
[Fotografia da autora]

2.2.2. CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA DA AMOSTRA

2.2.2.1. PARÂMETROS

Os parâmetros arquitetónicos utilizados nesta análise foram os seguintes:

- Comprimento (m) – comprimento dos pavilhões e das salas de desporto;
- Largura (m) – largura dos pavilhões e das salas de desporto;
- Altura média (m) – altura média dos pavilhões e das salas de desporto;
- Área (m^2) – área do pavimento dos pavilhões e das salas de desporto (corresponde ao produto do comprimento pela largura média);
- Volume (m^3) – volume interior dos pavilhões e das salas de desporto (corresponde ao produto do comprimento pela largura e pela altura média).

Apresentam-se de seguida os parâmetros geométricos caracterizadores dos pavilhões e salas de desporto nos parques desportivos escolares. Uma vez que não foi possível ter acesso a todas as plantas de arquitetura das instalações desportivas escolares, apresentam-se os valores das dimensões geométricas correspondentes às medidas efetivas usadas no local, no dia da avaliação.

Para caracterizar geometricamente os pavilhões e salas de desporto dos Parques Desportivos Escolares, foi utilizado equipamento de medição específico, nomeadamente, um aparelho de medição a laser.

2.2.2.2. COMPRIMENTO NOS PAVILHÕES

Apresenta-se no Quadro 2.3 os resultados referentes aos valores médios obtidos do parâmetro geométrico Comprimento (mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão), nas diferentes tipologias dos pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 2.3 – Resumo estatístico simples dos valores obtidos, nos pavilhões, para o parâmetro geométrico Comprimento (*m*).

COMPRIMENTO (<i>m</i>)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
PAVILHÕES	<i>T1</i>	25	30	31	31	1,5
	<i>T2</i>	27	39	40	40	4,2
	<i>T3</i>	44	44	44	45	0,2
	<i>T4</i>	44	44	44	45	0,3
	<i>T5</i>	43	47	46	53	3,3

2.2.2.3. LARGURA NOS PAVILHÕES

Apresenta-se no Quadro 2.4 os resultados referentes aos valores médios obtidos do parâmetro geométrico Largura, (mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão), nas diferentes tipologias dos pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 2.4 – Resumo estatístico simples dos valores obtidos, nos pavilhões, para o parâmetro geométrico Largura (*m*).

LARGURA (<i>m</i>)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
PAVILHÕES	<i>T1</i>	18	19	18	22	1,4
	<i>T2</i>	20	20	20	22	0,7
	<i>T3</i>	27	27	28	28	0,0
	<i>T4</i>	27	30	30	33	2,9
	<i>T5</i>	22	25	26	29	2,3

2.2.2.4. ALTURA MÉDIA NOS PAVILHÕES

Apresenta-se no Quadro 2.5 os resultados referentes aos valores médios obtidos do parâmetro geométrico Altura Média, (mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão), nas diferentes tipologias dos pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 2.5 - Resumo estatístico simples dos valores obtidos, nos pavilhões, para o parâmetro geométrico Altura (m).

ALTURA (m)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
PAVILHÕES	T1	6	8	8	8	0
	T2	9	9	9	9	0
	T3	9	9	9	9	0
	T4	8	9	9	9	0
	T5	8	10	10	12	1

2.2.2.5. ÁREA NOS PAVILHÕES

Apresenta-se no Quadro 2.6 os resultados referentes aos valores médios obtidos do parâmetro geométrico Área (m^2), (mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão), nas diferentes tipologias dos pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 2.6 – Resumo estatístico simples dos valores obtidos, nos pavilhões, para o parâmetro geométrico Área (m^2).

ÁREA (m^2)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
PAVILHÕES	T1	544	561	553	673	32
	T2	563	787	802	878	82
	T3	1213	1221	1223	1225	5
	T4	1216	1325	1325	1434	123
	T5	958	1202	1188	1445	159

2.2.2.6. VOLUME NOS PAVILHÕES

Apresenta-se no Quadro 2.7 os resultados referentes aos valores médios obtidos do parâmetro geométrico Volume (m^3), (mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão), nas diferentes tipologias dos pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 2.7 – Resumo estatístico simples dos valores obtidos, nos pavilhões, para o parâmetro geométrico Volume (m^3).

VOLUME (m^3)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
PAVILHÕES	T1	3448	4689	4697	5778	460
	T2	5375	7943	8924	8164	948
	T3	11802	11859	11912	11879	49
	T4	12217	13260	13227	14370	1111
	T5	8954	13160	13103	16186	2317

2.2.2.7. RESUMO DOS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS NOS PAVILHÕES

Apresenta-se no Quadro 2.8 o resumo dos resultados referentes aos valores médios obtidos, do comprimento (m), largura (m), altura (m), área (m^2) e volume (m^3), nas diferentes tipologias dos pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 2.8 – Resumo estatístico simples dos valores médios obtidos, nos pavilhões, para os parâmetros geométricos (Comprimento (m), Largura (m), Altura (m), Área (m^2) e Volume (m^3)).

GEOMETRIA	TIPOLOGIA	COMP. (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m^2)	VOLUME (m^3)
PAVILHÕES	<i>T1</i>	30	19	8	561	4689
	<i>T2</i>	39	20	9	787	7943
	<i>T3</i>	44	27	9	1221	11859
	<i>T4</i>	44	30	9	1325	13260
	<i>T5</i>	47	25	10	1202	13160

2.2.2.8. PARÂMETROS GEOMÉTRICOS: COMPRIMENTO, LARGURA, ALTURA, ÁREA E VOLUME NAS SALAS DE DESPORTO

Apresenta-se no Quadro 2.9 os resultados referentes aos valores médios obtidos, do comprimento (m), largura (m), altura (m), área (m^2) e volume (m^3), nas salas de desporto existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 2.9 – Resumo estatístico simples dos valores médios obtidos, nas salas de desporto, para os parâmetros geométricos (Comprimento (m), Largura (m), Altura (m), Área (m^2) e Volume (m^3)).

GEOMETRIA		COMP. (m)	LARG. (m)	ALT. (m)	ÁREA (m^2)	VOLUME (m^3)
SALAS DE DESPORTO	<i>MÉDIA</i>	17	14	5	240	1548
	<i>MÍNIMO</i>	10	9	4	98	450
	<i>MEDIANA</i>	16	14	5	230	1500
	<i>MÁXIMO</i>	23	22	7	391	2675
	<i>DESVIO-PADRÃO</i>	3	3	1	62	485

2.3. PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO

2.3.1. DESCRIÇÃO

Em sessenta e oito espaços tomados como representativos deste tipo de instalações, foi analisado um conjunto de parâmetros que se consideram determinantes para o seu conforto ambiental, onde se mediram:

- níveis sonoros em contexto de aula de educação física L_{Aeq} (dB);
- níveis sonoros do ruído de fundo - rf (sem ocupação) L_{Aeq} (dB);
- *RASTI – Rapid Speech Transmission Index* (inteligibilidade da palavra);
- tempo de reverberação – TR (s);
- ventilação (m/s);
- temperatura (°C);
- humidade relativa (%);
- iluminação natural – insolação (lux);
- iluminação artificial (lux);

2.3.2. PARÂMETROS ACÚSTICOS

O conforto acústico dos Parques Desportivos Escolares depende não só do ruído mas também do comportamento acústico dos espaços em questão.

Relativamente à componente acústica, tanto nos *pavilhões* como nas *salas de desporto*, foram medidos os níveis sonoros (L) com e sem ocupação, o *RASTI* (inteligibilidade da palavra), bem como o tempo de reverberação (em casos selecionados).

Os ensaios de acústica efetuados com os espaços desportivos sem ocupação de pessoas (espaços sem realização de aulas) foram o *RASTI* (Inteligibilidade da Palavra), o Tempo de Reverberação e o Ruído de Fundo (L_{Aeq-rf}). Ora esta condição obrigatória, de ter as instalações desportivas desocupadas, dificultou um pouco os trabalhos, pois as avaliações só poderiam ser efetuadas nas horas sem componente letiva. No que diz respeito ao ruído em contexto de aulas de Educação Física (L_{Aeq}), este foi medido com ocupação do espaço. Os espaços desportivos tinham ocupação (aulas a decorrer, duração de noventa

minutos, nos recintos polidesportivos e duração de quarenta e cinco minutos, nas salas de desporto).

Não poderia haver, no dia da avaliação, obras, ruídos anómalos, tanto no interior como no exterior e as condições ambientais exteriores não poderiam ser adversas (chuva).

Para caracterizar acusticamente os *pavilhões* e *salas de desporto* e dos Parques Desportivos Escolares, foram utilizados equipamentos de medição específicos para cada situação a analisar. Os aparelhos de medição através de relações energéticas ou temporais do sinal recolhido no local permitem obter e registar os parâmetros acústicos necessários à caracterização dos diferentes espaços desportivos. Com a finalidade de analisar acusticamente estes espaços, mediram-se os seguintes parâmetros acústicos:

- Ruído emitido nas aulas de Educação Física, com ocupação (ruído emitido por alunos, professores, apitos, material desportivo, etc.) – L_{Aeq} (nível sonoro contínuo equivalente, ponderado para o filtro A);
- Ruído de fundo ou residual – $L_{Aeq}(rf)$ (ruído existente no interior da instalação, provocado pela interferência direta do ruído ambiente exterior, ruídos de tráfego ou outros existentes) – L_{Aeq} (nível sonoro contínuo equivalente ponderado para o filtro A);
- Tempo de reverberação – TR ;
- $RASTI$ - *Rapid Speech Transmission Index* (Inteligibilidade da palavra).

2.3.2.1. RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA - L_{Aeq}

Foi realizada a avaliação do ruído existente nas aulas de Educação Física nos pavilhões e salas de desporto dos Parques Desportivos Escolares, de modo a registar os valores, com ocupação (alunos, professores, funcionários, uso de apitos e material desportivo, etc.).

Pretendeu-se assim caracterizar e determinar quais os níveis sonoros existentes no interior desses locais, provocados pela interferência direta das atividades.

A avaliação do ruído foi realizada através da medição do nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado para o filtro A, utilizando o parâmetro

L_{Aeq} em dB. A utilização do filtro A corresponde a um conjunto de correções algébricas, efetuadas aos níveis de pressão sonora, em função das frequências do som recebido, que permite corrigir automaticamente os valores rastreados, de forma que a sensibilidade dos equipamentos, seja aproximadamente semelhante à do ouvido humano. Efetuou-se em simultâneo o registo dos respetivos espectros sonoros em bandas de frequência de uma oitava (125 a 4000 Hz).

2.3.2.2. RUÍDO DE FUNDO - L_{Aeq} (rf)

Efetuu-se a avaliação do ruído de fundo ou dito *residual* nos pavilhões e salas de desporto dos Parques Desportivos Escolares, de modo a registar os valores aí existentes, sem ocupação (sem atividade).

Pretendeu-se assim, caracterizar e determinar quais os níveis sonoros existentes no interior desses locais, provocados pela interferência direta do ruído ambiente exterior, ruídos de tráfego, ruído dos alunos nos recintos desportivos exteriores ou outros existentes.

A avaliação do ruído de fundo ou residual foi realizada da mesma forma que o ruído existente nas aulas de Educação Física.

2.3.2.3. TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR)

Tempo de reverberação (TR) é o intervalo de tempo em segundos, que um som demora a extinguir-se num espaço, após múltiplas reflexões. Teoricamente é, por definição, o tempo que o nível de pressão sonora demora a decair 60 dB, desde a cessação da emissão da fonte sonora.

No entanto, devido a limitações nos equipamentos de medição e ruído ambiente, este parâmetro é usualmente obtido com base em decaimentos de 20 ou 30 dB (designados de T20 ou T30) e depois é feita uma extrapolação correspondente a um decaimento de 60 dB (T60). A utilização de filtros de bandas de frequência normalizadas permite discriminar o tempo de reverberação para essas frequências simultaneamente. O tempo de reverberação num determinado local varia geralmente na ordem inversa da

inteligibilidade da palavra e está intimamente ligado à geometria e à absorção sonora do espaço em análise. Um dos efeitos mais importantes de um local com um tempo de reverberação desadequado é a redução da inteligibilidade da palavra nesse recinto. Tal deve-se a que as consoantes, devido ao seu baixo nível sonoro de emissão e ao seu curto período de duração, são suplantadas pelo “rasto sonoro” de vogais imediatamente antecedentes (que são emitidas a nível mais elevado e com maior duração). Para se obterem resultados fiáveis para o *TR*, devem efetuar-se várias medições no mesmo ponto e repetir a operação em vários pontos do local em estudo. Os valores ideais para o tempo de reverberação de um determinado local dependem fundamentalmente da utilização que se pretende dar a esse espaço.

2.3.2.4. RASTI (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA)

Para determinar a inteligibilidade da palavra foi utilizado um método indireto denominado *RASTI* (*Rapid Speech Transmission Index*) que tem como base a função de transferência de modulação (MTF), mediante a qual se pode obter a informação para a qual contribuem bandas de oitavas, em termos de relação sinal/ruído e em termos de tempo de decaimento. Este método é simplificado e permite calcular o *STI* (*Speech Transmission Index*) e consiste em utilizar um equipamento constituído por um emissor e um recetor. O *RASTI* tem características representativas da voz humana. Este método é usado para medir objetivamente a inteligibilidade da palavra.

A avaliação da inteligibilidade da palavra através do *RASTI* é então o processo rápido e prático para medir o *STI*, que avalia indiretamente a Inteligibilidade da palavra. Devem medir-se vários pontos, cada um dos quais mais do que uma vez, para garantir fiabilidade.

A inteligibilidade da palavra é uma resposta humana subjetiva que pode ser objetivamente avaliada através do parâmetro *RASTI*. Este método consiste pois na análise de um sinal modulado de intensidade própria. Este sinal, emitido para o local recetor diretamente através de emissor adequado, é analisado por equipamento recetor específico, colocado em diversas posições no ambiente recetor. O aparelho recetor mede a redução na modulação do

sinal que ocorre entre as duas posições: emissão e receção. O *RASTI* não é mais do que um índice percentual da percetibilidade/inteligibilidade do sinal transmitido.

2.3.3. PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS

2.3.3.1. DESCRIÇÃO

Os ensaios de medição dos parâmetros higrotérmicos foram sempre efetuados com os espaços com ocupação, exceto os referentes à ventilação nas janelas que foram efetuadas sem ocupação.

É importante saber quais os problemas que podem existir com a qualidade do ar interior, a velocidade do ar e os seus efeitos na saúde dos utentes, principalmente, o ar que se respira durante o exercício físico, correntes de ar a que se está exposto, em espaços que se destinam a promover bem-estar físico, conforto e qualidade de vida.

A humidade e a temperatura constituem uma preocupação durante a execução do exercício.

A evaporação é o principal método de perda de calor humano. Se o ar está saturado de água, não é possível a adequada produção de evaporação, mesmo com temperaturas ambientais mais baixas. O nosso corpo pode não ser capaz de se libertar de todo o excesso de calor quando enfrenta temperaturas elevadas e um elevado grau de humidade, durante o exercício prolongado. Como consequência, a temperatura do corpo pode atingir níveis críticos, podendo colocar em perigo a saúde. Este é um dos motivos por que se torna importante controlar as condições higrotérmicas nos PDE, pois é necessário proporcionar boas condições de salubridade, de higiene e de conforto. Tal tem haver, também, com o consumo atual e potencial de energia para o conforto térmico e para o conforto visual, bem como a qualidade de construção.

Para caracterizar o nível higrotérmico dos *pavilhões*, *salas de desporto* nos Parques Desportivos Escolares foram utilizados equipamentos de medição específicos para cada situação a analisar. Os aparelhos de medição permitem

obter e registar os parâmetros necessários à caracterização dos diferentes espaços desportivos. Com a finalidade de analisar estes espaços, mediram-se os seguintes parâmetros:

- Ventilação – velocidade do ar (m/s);
- Temperatura (°C);
- Humidade Relativa (%).

2.3.3.2. VENTILAÇÃO

Não foi analisada a qualidade do ar mas sim a velocidade do ar, de forma a verificar se existiam correntes de ar nas instalações desportivas que pudessem afetar a atividade física ou prestação dos utilizadores.

2.3.3.3. TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA

A temperatura e a humidade relativa foram obtidas através de uma sonda térmica (em °C e % respetivamente).

Inicialmente procedia-se à obtenção do valor médio da temperatura e humidade relativa exterior. Posteriormente eram analisados os valores da temperatura e humidade relativa interior em cinco pontos diferentes do espaço desportivo, com a sonda colocada à altura média dos utilizadores, durante a realização da atividade física, permitindo obter um valor médio da temperatura e humidade relativa interior durante a aula. Todos os valores obtidos em cada ponto eram registados em simultâneo, juntamente com o valor médio obtido no respetivo espaço desportivo. Estes valores permitem saber a que temperaturas e humidade relativa os alunos e professores estão sujeitos durante a realização das aulas.

2.3.4. PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE

Os Parques Desportivos Escolares devem dispor de boas condições de iluminação natural e artificial de modo a evitar a fadiga visual dos seus utilizadores, originada quer pela inadequação do nível de iluminação, quer por ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e por contrastes de

luminosidade que geram encadeamento, quer ainda pela instabilidade e má qualidade de luz.

Para caracterizar a iluminação dos pavilhões e salas de desporto dos Parques Desportivos Escolares, foram utilizados equipamentos de medição específicos para cada situação a analisar. Os aparelhos de medição permitem recolher os valores de intensidade luminosa (lux) no local. Com a finalidade de analisar a iluminação destes espaços, mediram-se os seguintes parâmetros de iluminação: Iluminação Natural (lux) e Iluminação Artificial (lux).

Idealmente, a iluminação artificial dos PDE deveria ser realizada durante a noite, por forma a não ser influenciada pela iluminação natural. Pelo facto de esta possibilidade não ter sido concretizável, ao se mencionar a iluminação artificial terá de se considerar sempre em rigor a influência da iluminação natural.

2.4. PROCESSO DE MEDIÇÃO

2.4.1. PARÂMETROS ACÚSTICOS

As avaliações das características acústicas dos pavilhões e salas de desporto foram efetuadas no decorrer das aulas de Educação Física, à exceção do ruído de fundo, tempo de reverberação e *RASTI* (inteligibilidade da palavra) que foram realizadas no horário sem componente letiva (sem ocupação de pessoas além do operador). Estas avaliações ocorreram entre Janeiro e Junho de 2009. Os procedimentos foram sempre os mesmos em todos os espaços desportivos, as avaliações de todos os parâmetros acústicos foram efetuadas com o local em estudo fechado (portas e janelas).

2.4.1.1. RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA - L_{Aeq}

Os níveis sonoros (L) foram medidos com o auxílio de sonómetro (Figura 2.23). O sonómetro é um instrumento que converte as variações de pressão atmosférica em níveis de pressão sonora.



Figura 2.23– Sonómetro B&K 2260
[Fotografia da autora]

No que concerne aos níveis sonoros foram medidos com ocupação, através de seis variáveis: L_{Aeq} (nível sonoro contínuo equivalente – parâmetro energético, baseia-se numa análise de energia média do sinal rastreado no intervalo de medição), L_{A5} , L_{A50} e L_{A95} (nível sonoro que é excedido em 5, 50 e 95% do tempo de medição – parâmetros estatísticos) e ainda o mínimo e o máximo. Cada medição foi feita a uma altura de aproximadamente 1,30 m, com o sonómetro apoiado num tripé.

Relativamente aos pavilhões, estas medições foram realizadas em aulas de 90 minutos, em três pontos diferentes: num canto do pavilhão, no meio - campo e no canto oposto na diagonal do pavilhão, como mostra a Figura 2.24. Em cada ponto, foram efetuados três momentos de avaliação, cada um com 5 minutos de duração.

Nas salas de desporto, estas medições foram realizadas em aulas de 45 minutos, em dois pontos diferentes, devido aos espaços serem menores. No canto esquerdo da sala e no meio - campo, como se observa na Figura 2.25. Em cada ponto foram realizados três momentos de avaliação, cada um com 5 minutos de duração.

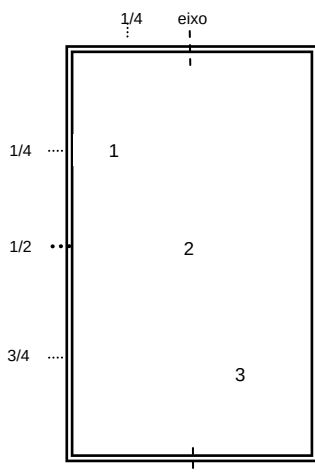


Figura 2.24 – Localização dos pontos de medição nos pavilhões para a determinação do parâmetro L_{Aeq} (em contexto de aula, com ocupação).

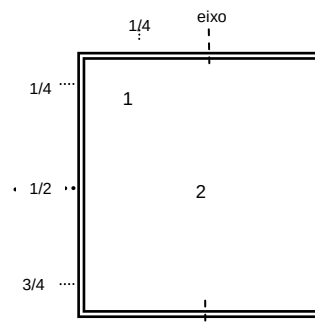


Figura 2.25 - Localização dos pontos de medição nas salas de desporto para a determinação do parâmetro L_{Aeq} (em contexto de aula, com ocupação).

2.4.1.2. RUÍDO DE FUNDO - L_{Aeq} (rf)

O ruído de fundo (isto é, sem aulas) também foi medido com o auxílio de um sonómetro (Figura 2.23). Cada medição foi feita a uma altura de aproximadamente 1,30 m e no centro do espaço desportivo, sem ocupação (Figura 2.26 e Figura 2.27).

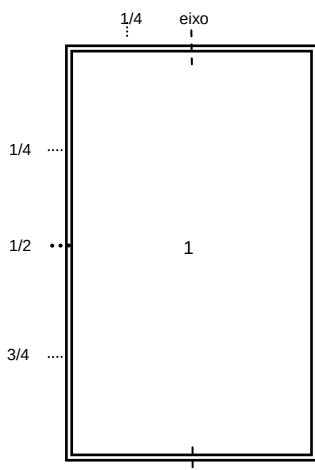


Figura 2.26 - Localização dos pontos de medição nos pavilhões para a determinação do parâmetro L_{Aeq} (ruído de fundo, sem ocupação).

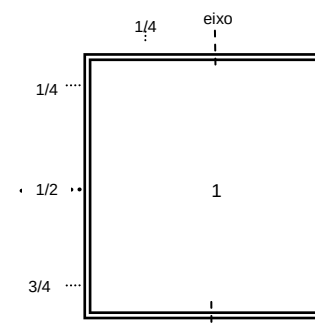


Figura 2.27 - Localização dos pontos de medição nas salas de desporto para a determinação do parâmetro L_{Aeq} (ruído de fundo, sem ocupação).

2.4.1.3. TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Relativamente à avaliação do tempo de reverberação (TR), recorreu-se a uma fonte sonora (*Brüel & Kjaer* - tipo 4224, Figura 2.28) que emite um ruído rosa cujo sinal é coordenado pelo sonómetro (Figura 2.23).



Figura 2.28– Fonte sonora B&K 4224
[Fotografia da autora]

Cada medição foi feita a uma altura de aproximadamente 1,30 m. A fonte sonora emitiu um ruído com características aproximadas de ruído rosa, durante 10 segundos. Após cessar o ruído emitido pela fonte sonora e em simultâneo, o sonómetro registava o nível de pressão sonora recebido em cada instante, no ponto a avaliar e determinava o correspondente tempo de decaimento relativamente a 30 dB (T30), nas bandas de frequência de oitava, dos 125 aos 4000 Hz.

Seguiram-se as recomendações da norma EN ISO 3382:1997 e foram avaliados três pontos no recinto, cada um dos quais duas vezes, para garantir fiabilidade. O sonómetro, que é colocado em cada um dos pontos escolhidos previamente, regista as diferenças entre o nível de pressão sonora ao longo do tempo de medição e calcula em seguida o tempo de decaimento correspondente a 20 dB e 30 dB, fazendo depois a extrapolação para o valor de 60 dB (T20 e T30), para as bandas de frequência de oitava ou terço de oitava.

Este tipo de avaliação foi realizado em catorze espaços desportivos (dez escolas), porque o processo de avaliação é mais moroso e comporta elevados encargos a nível material e económico e ser necessário um técnico especializado com conhecimentos específicos, relativos ao funcionamento dos aparelhos. Este tipo de avaliação tem que ser realizada com os espaços vazios, devido ao intenso ruído que a fonte sonora emite, o que obriga ao uso de proteção auditiva. Para além disso, não pode existir nenhum outro tipo de ruído na instalação, de forma a verificar quanto tempo demora o ruído a decair, caso contrário iria afetar os dados. Por vezes não era possível aplicar esta metodologia devido à carga horária elevada das escolas. Deste modo foram selecionadas dez escolas com tipologias diferentes e de dois concelhos (Aveiro e Ovar).

As medições dos tempos de reverberação (TR) foram efetuadas através da média de duas posições pré-definidas localizadas de igual forma, sendo estas utilizadas em três pontos, dois situados nas extremidades da instalação desportiva e um situado no centro, contando com a presença de duas pessoas, tornando-se então possível obter um valor médio de TR dos espaços. Na Figura 2.29 esquematiza-se a localização da fonte sonora (FS) e distribuição dos pontos de medição. Este parâmetro acústico foi medido nas frequências de 125, 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, no entanto os dados usados neste estudo são referentes ao valor médio, nas bandas de frequência dos 500, 1000 e 2000 Hz, pois foi demonstrado serem estas as bandas de frequências onde existiam melhores correlações entre parâmetros e também devido ao facto de a média de valores obtidos nestas bandas de frequências serem mais representativas e usadas na legislação (RRAE). A medição do volume do espaço em análise precedeu as medições do TR , pois o volume é um dado essencial quando se pretende avaliar a reverberação do espaço em função de um tempo de reverberação ideal (ou analisar o cumprimento da atual legislação).

A fonte sonora (FS) foi colocada no eixo central da instalação desportiva relativamente ao comprimento da sala, apontando para o fundo da sala (Figura 2.29 e Figura 2.30). As medições foram realizadas em três posições diferentes

conforme se pode ver em planta nas Figura 2.29 e Figura 2.30). Em cada posição, efetuaram-se duas leituras, rodando entre cada leitura, a direção do microfone do sonómetro de aproximadamente um ângulo de 30° com o eixo da sala.

Deste modo, o valor final relativo a cada ponto de medição corresponde à média aritmética de duas leituras de tempo de reverberação em cada posição.

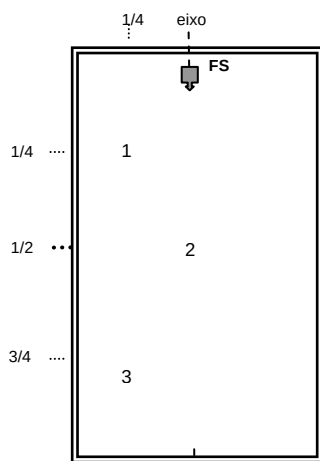


Figura 2.29 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) nos pavilhões para a determinação do parâmetro Tempo de Reverberação (TR).

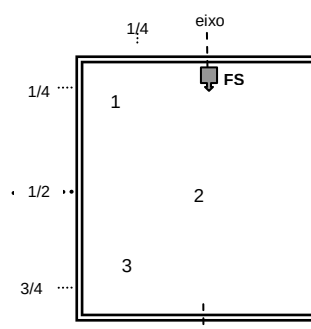


Figura 2.30 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) nas salas de desporto para a determinação do parâmetro Tempo de Reverberação (TR).

2.4.1.4. *RASTI* (INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA)

Para determinar a inteligibilidade da palavra através do *RASTI* foi utilizado um aparelho de medição *Brüel & Kjaer*, composto por um transmissor, fonte sonora emissora, unidade fixa, Tipo 4225 da B&K (Figura 2.31 e Figura 2.32) e um Recetor, unidade móvel, Tipo 4419 (Figura 2.31 e Figura 2.32).



Figura 2.31 – Fonte sonora do *RASTI* B&K
[Fotografia da autora]



Figura 2.32 – Pormenor do emissor – B&K 4225
[Fotografia da autora]



Figura 2.33 – Recetor do RASTI B&K
[Fotografia da autora]



Figura 2.34 – Pormenor do recetor – B&K 4419
[Fotografia da autora]

A fonte sonora do equipamento de *RASTI* emitiu um ruído característico filtrado nas duas bandas de oitava, 500 Hz e 2000 Hz pela unidade móvel, que executou uma medição simples, de 32 s. Os níveis de pressão sonora de referência, “Ref.”, podem ser de 59 dB e 50 dB, nas bandas de 500 Hz e 2000 Hz, respetivamente. Contudo, devido à dimensão das instalações desportivas, utilizou-se o modo “Ref. + 10 dB” que corresponde a 69 dB e 60 dB, nas referidas bandas de frequência.

O parâmetro *RASTI* foi avaliado através da média de posições pré-definidas localizadas de igual forma, sendo em geral oito ou cinco, com três momentos de avaliação de 32 s (8x3) ou (5x3). A fonte sonora estava localizada a uma distância de 3 m da parede, a uma altura do pavimento, aproximadamente, de 1,50 m. Estes pontos foram medidos com os pavilhões e salas de desporto sem atividade, permanecendo apenas o operador no interior das instalações desportivas no decorrer do ensaio. O microfone era deslocado a uma distância de 8 em 8 m, no caso dos pavilhões maiores, no caso dos ginásios e salas de desporto a uma distância de 4 em 4 m.

Relativamente aos pavilhões, estas medições foram realizadas em oito ou cinco pontos diferentes (oito em pavilhões maiores e cinco em pavilhões mais pequenos, ginásios e salas de desporto). No que diz respeito aos pavilhões maiores, cinco pontos eram registados ao longo do campo, numa linha longitudinal que divide o campo em duas metades iguais, os restantes três pontos eram registados, no lado esquerdo do campo, a uma distância de 8 m. (Figura 2.35). No que concerne aos pavilhões mais pequenos, eram registados

somente cinco pontos, três eram registados ao longo do campo, numa linha longitudinal que divide o campo em duas metades iguais, os restantes dois pontos eram registados, no lado esquerdo do campo, a uma distância de 8 m (Figura 2.36).



Figura 2.35 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) nos pavilhões (40 a 45 m) para a determinação do parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da Palavra).

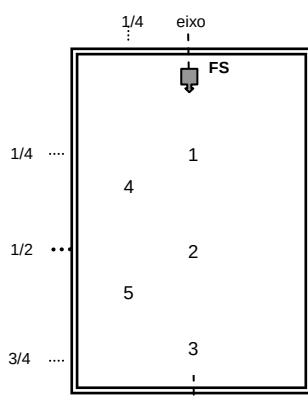


Figura 2.36 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) nos pavilhões (30 m) para a determinação do parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da Palavra).

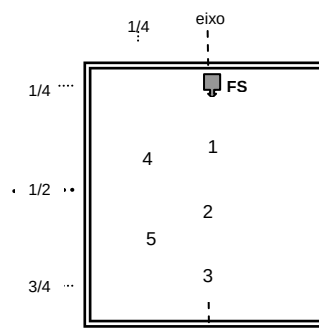


Figura 2.37 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) nas salas de desporto para a determinação do parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da Palavra).

Relativamente aos ginásios ou salas de desporto, estas medições foram realizadas em cinco pontos diferentes. Eram registados três pontos ao longo do campo, numa linha longitudinal que divide o campo em duas metades iguais, de 4 em 4 m, os restantes dois pontos eram registados, no lado esquerdo da sala, a uma distância de 4 m. Na Figura 2.37 estão representadas as posições da fonte sonora e dos pontos de medição para avaliação dos parâmetros *RASTI*.

A fonte sonora (FS) do *RASTI* foi colocada num tripé, direccionando o ruído para o eixo longitudinal da instalação desportiva, a uma altura semelhante à da cabeça de um orador. Em cada posição, foram efetuadas repetidamente três leituras, calculando-se de seguida a média aritmética para cada local. Cada medição com o equipamento recetor foi efetuada a uma altura de aproximadamente 1,50 m, o que corresponde à altura média de um aluno.

2.4.2. PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS

Quanto à temperatura, humidade relativa e ventilação, estes indicadores foram medidos por um aparelho Multifunções - *Testo 435*, composto por uma sonda multifunção com medição integrada de temperatura e humidade (Figura 2.38) que permite obter as temperaturas, os níveis de humidade relativa e a velocidade do ar dos espaços, através de sensores.



Figura 2.38 – Multifunções - *Testo 435* com sonda térmica
[Fotografia da autora]

2.4.2.1. VENTILAÇÃO

O parâmetro ventilação foi obtido através de uma sonda que vai registando os valores da velocidade do ar (m/s) obtendo um valor médio, retirado nas janelas existentes, em três pontos diferentes e à altura média dos alunos e professores, em três pontos (valores registados em simultâneo).

No que diz respeito à ventilação foram utilizados dois momentos de avaliação: no primeiro foram retirados os valores em três pontos, junto das janelas, sem atividade dentro das instalações; no segundo momento foram retirados os valores com atividade nos espaços desportivos, em três pontos, num canto do pavilhão, no meio - campo e no canto oposto na diagonal do pavilhão. As figuras Figura 2.39 e Figura 2.40 representam os pontos onde foram observados os valores.

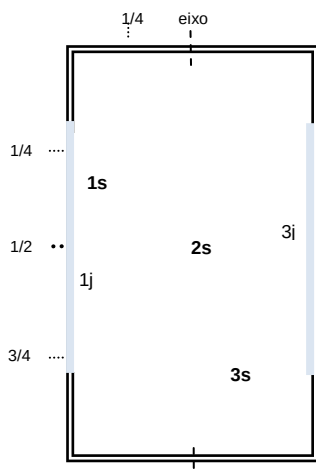


Figura 2.39 – Localização dos pontos de medição nos pavilhões para a determinação do parâmetro Ventilação (m/s).
s – solo j - janela

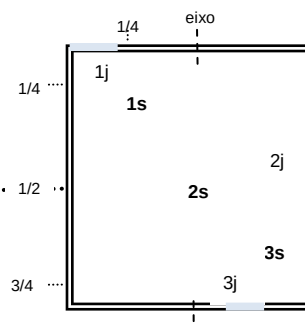


Figura 2.40 – Localização dos pontos de medição nas salas de desporto para a determinação do parâmetro Ventilação (m/s).
s – solo j - janela

2.4.2.2. TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA

No que concerne aos parâmetros temperatura (°C) e humidade relativa (%), inicialmente eram retirados os valores no exterior da temperatura (°C) e humidade relativa (%) e posteriormente, com os espaços em atividade, estes valores eram retirados no interior, em cinco pontos (quatro referentes aos quatro cantos dos pavilhões, salas de desporto e ginásios e o outro no centro). Era calculado o valor médio por ponto. A sonda era colocada a uma altura média de 1,60 m. Na Figura 2.41 estão indicados os pontos onde foram feitas as medições.

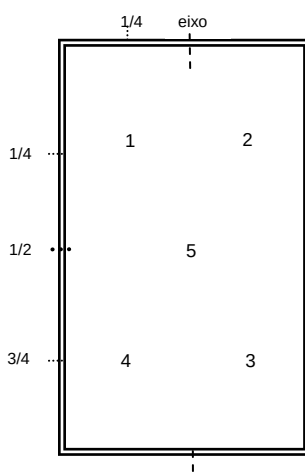


Figura 2.41 – Localização dos pontos de medição nos pavilhões e salas de desporto para a determinação dos parâmetros Temperatura (°C) e Humidade Relativa (%).

2.4.3. PARÂMETROS DE ILUMINAÇÃO

Relativamente à iluminação artificial e natural, também se recorreu ao aparelho Multifunções - *Testo 435*, composto por uma sonda para medir a intensidade luminosa tanto da iluminação artificial como da iluminação natural (insolação) (Figura 2.42).

No que concerne aos ensaios de avaliação da iluminação estes foram realizados sem ocupação dos espaços.

Relativamente aos parâmetros da iluminação artificial e natural, inicialmente eram retirados os valores da iluminação artificial (com as luzes acesas, em período diurno) e posteriormente os valores da iluminação natural (insolação), com as luzes apagadas, com os espaços sem atividade. Estes valores eram retirados em cinco pontos (quatro referentes aos quatro cantos dos pavilhões e salas de desporto e o outro no centro). Era ainda calculado o valor médio por ponto. A sonda era colocada a um metro do solo.



Figura 2.42 - Multifunções - *Testo 435* com sonda de iluminação (lux)
[Fotografia da autora]

Na Figura 2.43 estão indicados os pontos onde foram feitas as avaliações.

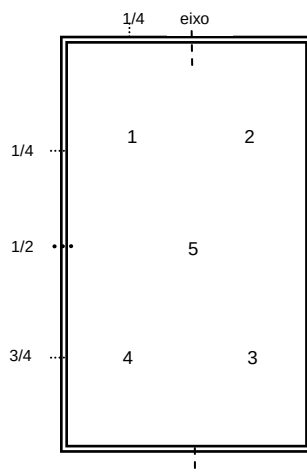


Figura 2.43 – Localização dos pontos de medição nos pavilhões e salas de desporto para a determinação da intensidade luminosa de Iluminação Natural e Artificial.

2.4.3.1. ILUMINAÇÃO NATURAL

Os valores relativos à iluminação natural (intensidade luminosa em lux) foram obtidos através de uma sonda. Estes valores foram avaliados em cinco pontos do espaço desportivo, com a sonda colocada a um metro do solo, com as instalações desportivas sem ocupação, permitindo obter um valor médio da iluminação natural proveniente da cobertura e janelas. Todos os valores obtidos em cada ponto eram registados em simultâneo, juntamente com o valor médio obtido no respetivo espaço desportivo e a hora em que se retiraram os valores.

2.4.3.2. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Os valores relativos à iluminação artificial (intensidade luminosa em lux) foram obtidos através de uma sonda. Para proceder a esta avaliação (diurna) as luzes tinham que estar ligadas (as luzes estavam ligadas na sua totalidade). Eram analisados os valores da intensidade luminosa iluminação artificial em cinco pontos do espaço desportivo, com a sonda colocada no solo, com as instalações desportivas sem ocupação, permitindo obter um valor médio da iluminação artificial proveniente das luzes. Todos os valores obtidos em cada ponto eram registados em simultâneo, juntamente com o valor médio obtido no respetivo espaço desportivo.

2.4.4. PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

Os parâmetros geométricos foram medidos com um aparelho medidor de distâncias *BOSCH – DLE 40* (Figura 2.44). Este aparelho de medição a laser permitiu obter e registrar os parâmetros geométricos necessários à caracterização dos diferentes espaços desportivos: comprimento (m), largura (m), altura (m), e indiretamente, área (m²) e volume (m³). Estas medições foram realizadas com as instalações vazias (sem ocupação).

Para obter o comprimento e a largura, o aparelho é colocado numa parede e o seu laser dirigido para a parede oposta, obtendo a medição correta da distância; para a altura, o aparelho era colocado no solo e o laser dirigido para a cobertura, inicialmente no ponto mais alto, posteriormente no ponto mais baixo, permitindo obter a altura média da instalação. No que diz respeito à área, o aparelho faz automaticamente o cálculo, medindo-se o comprimento e a largura; em relação ao volume o aparelho faz automaticamente o cálculo, medindo-se o comprimento, a largura e a altura.



Figura 2.44 – Medidor de distâncias – *BOSCH DLE 40*
[Fotografia da autora]

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1. PREÂMBULO

Neste capítulo caracterizam-se os valores obtidos para os parâmetros acústicos, higrotérmicos e de luminosidade, estudados nas instalações desportivas dos Parques Desportivos Escolares. Efetuou-se uma análise global comparativa dos valores medidos nos Parques Desportivos Escolares (PDE), pavilhões e salas de desporto, para todos os parâmetros. Foi realizada ainda, uma análise em cada tipologia de pavilhões. Posteriormente obtiveram-se valores médios correspondentes a todas as instalações desportivas escolares, para os diferentes parâmetros objetivos estudados. A análise de cada parâmetro permitirá obter dados estatísticos básicos sobre o seu comportamento.

Na análise e tratamento dos dados utilizou-se, principalmente, o software Excel 2007. Os dados recolhidos foram trabalhados por análise descritiva simples, utilizando medidas como o mínimo, média aritmética, mediana, máximo, desvio-padrão e quartis, para proceder à caracterização da amostra, através de quadros e representação gráfica. Posteriormente recorreu-se à inferência estatística com o objetivo de verificar se os resultados obtidos na amostra podem ser inferidos para a totalidade da população, relativamente à média e à proporção de valores tidos como adequados. De seguida, procedeu-se a uma análise bivariada com o intuito de verificar a existência de correlações entre os vários parâmetros estudados. Utilizou-se ainda, o software estatístico SPSS v17.0, para realizar uma análise de componentes principais que permitiu transformar um conjunto de variáveis originais, intercorrelacionadas, num novo conjunto de variáveis não correlacionadas, as componentes principais. Por fim, procedeu-se a uma regressão múltipla e ainda análise entre sujeitos.

3.2. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta análise descritiva, em termos gráficos, usou-se o Diagrama de Extremos e Quartis (DEQ) para apresentar o comportamento estatístico das amostras (Parques Desportivos Escolares, Pavilhões e suas tipologias e Salas de Desporto) em cada variável em estudo (parâmetros acústicos, higrotérmicos e de luminosidade). Cada DEQ apresenta os valores típicos observados na amostra: valor máximo e mínimo, Q1 o primeiro quartil (o valor abaixo do qual se encontram 25% das observações), mediana (valor abaixo do qual se encontram 50% das observações), Q3 o terceiro quartil (valor abaixo do qual se encontram 75% das observações) (Figura 3.1).

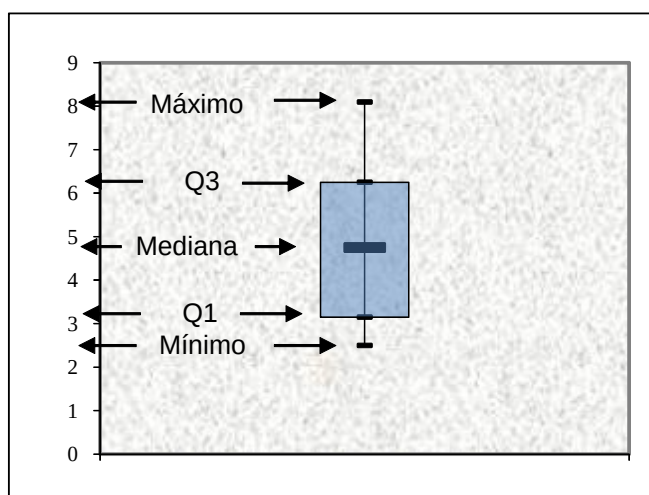


Figura 3.1 - Legenda do Diagrama de Extremos e Quartis

O uso deste tipo de gráfico é muito comum neste tipo de análises uma vez que dele se pode retirar imensa informação: localização dos dados, mínimos, mediana, média, máximos, quartis, simetria e dispersão. O início inferior da caixa é o primeiro quartil e o fim superior da caixa é o terceiro quartil logo, na caixa encontram-se 50% das observações. Portanto, se a caixa é pequena, significa que há pouca dispersão de valores; se a caixa é muito comprida, significa que há muita dispersão nos dados recolhidos da amostra. Se a mediana estiver muito mais perto de um extremo do que do outro, a amostra é assimétrica.

Na análise descritiva, através de quadros, apresentam-se os valores obtidos em cada pavilhão e em cada sala de desporto, para cada parâmetro estudado.

3.2.1. PARÂMETROS ACÚSTICOS NAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS ESCOLARES

A análise aos resultados medidos em cada instalação desportiva escolar permitiu caracterizar o local através dos valores dos parâmetros acústicos: ruído proveniente do decorrer das aulas de Educação Física (L_{Aeq}), ruído de fundo ou residual sem aulas ($L_{Aeq}(rf)$), Tempo de Reverberação (TR), $RASTI$ (Inteligibilidade da palavra). Nas medições efetuadas em cada instalação desportiva escolar foram registados os resultados e calculados os valores médios dos parâmetros acústicos, primeiro por PDE e depois por tipo de instalação desportiva (Pavilhões e Salas de Desporto). Por fim, a mesma análise foi realizada para cada tipologia de local (T1, T2, T3, T4 e T5), no caso dos Pavilhões.

3.2.1.1. RESULTADOS OBTIDOS PARA O RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Apresenta-se no Quadro 3.1 os resultados estatísticos globais referentes a todos os valores médios obtidos, do ruído proveniente das aulas de Educação Física (L_{Aeq}) nos Parques Desportivos Escolares (PDE) (quarenta e três Pavilhões mais vinte e cinco Salas de Desporto).

Quadro 3.1 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 pavilhões + 25 salas de desporto)

Parque Esportivo Escolas (10 pavilhões - 10 salas de esporte)						
Variável L_{Aeq}				Amostra: 68 observações		
Medidas Descritivas (dBA)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
68,4	74,7	79,6	79,6	84,6	90,2	4,3

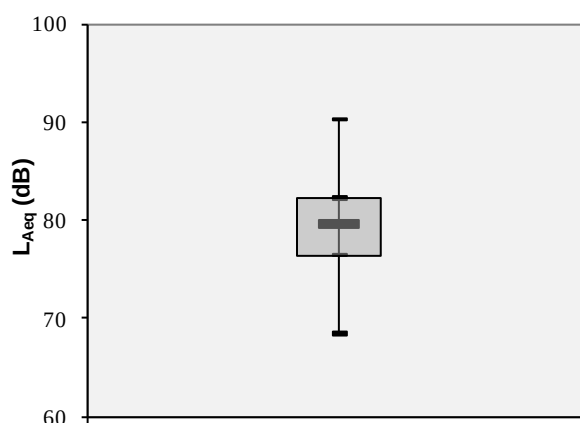


Figura 3.2 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física) nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 pavilhões + 25 salas de desporto)

A informação que se pode retirar do diagrama representado na Figura 3.2 é que o valor médio do PDE, é inferior ao valor estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º 182 (2006), para limite relativo à exposição dos trabalhadores ao ruído que é de 80 dB(A), considerado o nível de ação inferior. No entanto, o valor máximo registado foi de 90,2 dB(A), muito acima do estipulado como o valor limite que é de 87 dB(A), definido pelo Decreto atrás referido.

Constata-se que 50% dos dados estão concentrados. Como a mediana está aproximadamente a meio da caixa, verifica-se que os valores observados de L_{Aeq} são quase “simétricos” nos PDE.

Ao observar o Quadro 3.1 verifica-se que em 10% das observações temos valores superiores a 84,6 dB(A), esse valor aproxima-se do limite de ação superior definido pelo referido decreto (85 dBA).

a) Pavilhões

No Quadro 3.2 apresentam-se os resultados referentes a todos os valores médios obtidos, do ruído proveniente das aulas de Educação Física (L_{Aeq}), considerando unicamente os quarenta e três pavilhões estudados, indicando a tipologia de cada um.

Quadro 3.2- Estatística simples dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física). A negrito estão assinalados os valores ≥ 85 dB.

PDE (Pavilhões)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	LA5	LA50	LA95	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
P1	T1	54,0	76,0	76,0	79,0	71,0	62,0	90,0	1,4
P2	T3	66,0	81,0	81,0	85,0	78,0	72,0	95,0	0,4
P5	T2	65,0	82,0	83,0	84,0	77,0	70,0	95,0	1,7
P6	T1	51,0	73,0	73,0	77,0	69,0	59,0	86,0	0,6
P7	T1	57,0	82,0	82,0	86,0	77,0	66,0	94,0	1,5
P8	T1	57,0	82,0	82,0	84,0	74,0	65,0	96,0	2,0
P9	T4	63,0	80,0	79,0	84,0	77,0	70,0	91,0	1,3
P10	T1	57,0	76,0	78,0	81,0	72,0	64,0	90,0	2,1
P11	T2	63,0	78,0	78,0	82,0	75,0	68,0	93,0	0,3
P12	T2	49,0	75,0	75,0	78,0	71,0	62,0	87,0	0,5
P13	T5	57,0	76,0	76,0	80,0	71,0	64,0	88,0	0,6
P14	T5	73,0	84,0	84,0	87,0	82,0	77,0	96,0	0,1
P15	T3	68,0	82,0	82,0	86,0	79,0	73,0	96,0	0,9
P16	T5	59,0	75,0	78,0	81,0	72,0	65,0	94,0	3,2
P17	T1	66,0	84,0	84,0	86,0	80,0	73,0	93,0	1,4
P18	T2	71,0	87,0	86,0	90,0	84,0	78,0	96,0	2,0
P19	T5	66,0	82,0	85,0	85,0	78,0	71,0	97,0	4,1
P20	T1	56,0	82,0	82,0	86,0	78,0	66,0	98,0	0,3
P21	T3	68,0	82,0	82,0	86,0	80,0	74,0	94,0	0,2
P22	T1	52,0	79,0	79,0	83,0	74,0	63,0	94,0	1,3
P23	T5	60,0	79,0	78,0	81,0	73,0	65,0	89,0	1,0
P24	T1	53,0	75,0	75,0	79,0	71,0	62,0	88,0	1,3
P25	T4	61,0	79,0	78,0	82,0	76,0	68,0	89,0	2,1
P26	T4	59,0	76,0	76,0	80,0	72,0	66,0	88,0	0,2
P27	T2	72,0	85,0	86,0	89,0	83,0	77,0	101,0	1,7
P28	T2	71,0	81,0	81,0	85,0	80,0	75,0	94,0	0,3
P30	T5	66,0	85,0	87,0	86,0	80,0	72,0	100,0	7,8
P31	T4	55,0	77,0	77,0	82,0	74,0	65,0	93,0	0,9
P32	T1	52,0	78,0	79,0	84,0	74,0	61,0	94,0	1,8
P33	T5	65,0	76,0	76,0	79,0	74,0	69,0	87,0	0,8
P35	T5	64,0	83,0	82,0	87,0	77,0	67,0	98,0	1,6
P36	T2	71,0	86,0	87,0	89,0	82,0	76,0	102,0	2,1
P37	T5	50,0	75,0	76,0	80,0	69,0	59,0	93,0	1,5
P39	T2	67,0	91,0	90,0	88,0	80,0	74,0	106,0	4,1
P40	T2	68,0	83,0	83,0	86,0	81,0	75,0	95,0	1,4
P41	T3	59,0	80,0	81,0	86,0	77,0	65,0	96,0	1,0
P42	T1	60,0	82,0	82,0	85,0	76,0	68,0	93,0	0,5
P43	T1	57,0	76,0	82,0	80,0	71,0	62,0	92,0	5,9
P44	T3	64,0	81,0	81,0	85,0	77,0	71,0	94,0	1,3
P45	T1	61,0	82,0	82,0	87,0	78,0	69,0	97,0	0,4
P46	T2	68,0	82,0	83,0	86,0	79,0	73,0	97,0	1,6
P47	T1	64,0	84,0	84,0	88,0	81,0	71,0	94,0	1,0
P48	T5	46,0	73,0	73,0	78,0	68,0	59,0	89,0	1,7

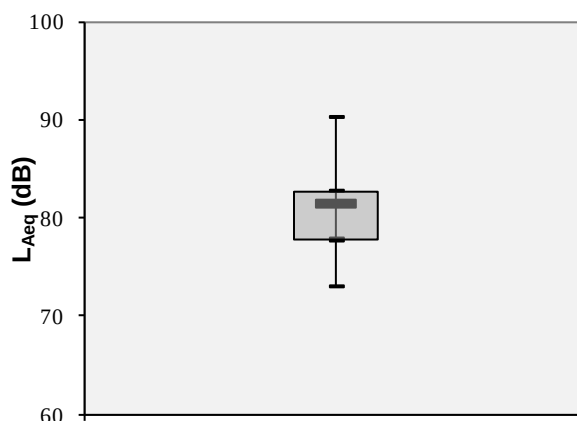
Ao analisar o Quadro 3.2, verifica-se que 44% dos pavilhões apresentam níveis sonoros superiores a 80 dB(A), encontrando-se acima do nível de ação inferior estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º 182 (2006), que é de 80 dB(A). Observa-se ainda que 7% dos pavilhões se encontram acima dos 85 dB(A) ultrapassando o estipulado como nível de ação superior, definido por esse Decreto e 7% dos pavilhões encontram-se acima do valor limite de exposição definido que é 87 dB(A). De salientar que quando o Decreto define o nível de ação “inferior ou superior” refere-se à exposição ao ruído durante oito horas, isto é, se o professor estiver oito horas nesse ambiente seria prejudicial para a sua saúde. No inquérito social aplicado neste trabalho verificou-se que somente 9% dos professores está exposto a estes valores, permanecendo oito horas na instalação, a maioria (57%) trabalha durante seis na instalação desportiva, podendo considerar-se que para a maioria dos professores estes valores não se tornem prejudiciais à sua saúde. No entanto, neste inquérito, 71% dos professores inquiridos referem que se sentem incomodados pelo ruído que se faz sentir na instalação.

Perante este panorama, verifica-se que em 58% dos pavilhões, é ultrapassado o “nível de ação” da exposição pessoal diária ao ruído, registado nos termos do Decreto Regulamentar n.º 186/2006, ou seja, 80 dB(A). Este tipo de instalações revela em geral níveis sonoros que indiciam uma exposição perigosa para o professor que leciona durante um período extenso de tempo, podendo ter que lidar futuramente com problemas auditivos próprios e até mesmo para os alunos com maior permanência e assiduidade, pois na maior parte das instalações ultrapassa-se os 80 dB(A), que se poderia estipular como conforto mínimo para estes locais. No que diz respeito aos professores, estes poderão vir a apresentar a curto prazo níveis parciais de surdez, para além das consequências psíquicas e físicas que podem causar problemas de vária ordem quer social quer fisiologicamente.

No Quadro 3.3, afiguram-se os resultados estatísticos referentes a todos os valores médios obtidos, do ruído proveniente das aulas de Educação Física (L_{Aeq}) nos quarenta e três pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.3 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), nos 43 Pavilhões

Variável L_{Aeq}		Amostra: 43 observações				
Medidas Descritivas (dBA)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
73,0	75,7	80,6	81,5	85,9	90,2	4,0

Figura 3.3 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), nos 43 Pavilhões

No diagrama da Figura 3.3 observa-se que a média dos valores nos pavilhões encontra-se dentro do nível de ação inferior estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º 182/2006, que é de 80 dB(A). No entanto, verifica-se que a mediana aproxima-se mais do limite superior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de L_{Aeq} e concentração de 50% dos dados.

Continua-se a verificar valores elevados, no que diz respeito ao valor máximo registado, sendo este de 90,2 dB(A) com uma variação (erro-padrão) de 4dB, acima do estipulado como valor limite de exposição que é de 87 dB(A), definido pelo citado Decreto.

Ao observar o Quadro 3.3 verifica-se que o nível sonoro inferior a 75,7 dB(A), acontece em 10% das observações, representando por isso o valor do ruído de fundo do ambiente analisado, encontrando-se este dentro do legislado pela lei em vigor. No entanto, em 90% das observações obtemos valores inferiores a

85,9 dB(A), valor que não ultrapassa o nível de ação superior definido pelo referido decreto, que é de 85 dB(A).

No Quadro 3.4 apresentam-se os valores obtidos para cada tipologia de Pavilhão.

Quadro 3.4 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Variável L_{Aeq}							
Medidas Descritivas (dBA)							
Tipologia	Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro Padrão
T1 (14 observações)	73,0	75,4	79,8	81,6	83,1	83,9	3,4
T2 (10 observações)	74,7	77,6	83,3	83,0	87,5	90,2	4,6
T3 (5 observações)	80,5	80,7	81,1	80,9	81,7	81,8	0,5
T4 (4 observações)	75,6	76,2	77,8	78,0	79,1	79,4	1,6
T5 (14 observações)	73,4	75,7	79,7	78,1	85,0	87,5	4,6

No Quadro 3.4 observa-se uma grande homogeneidade nas médias dos valores obtidos para os parâmetros acústicos médios medidos nas diversas tipologias. Verifica-se que os valores médios do ruído proveniente das aulas de Educação Física se situa próximo do nível de ação inferior estipulado, 80 dB(A), ultrapassando ligeiramente esse valor nas tipologias 2 e 3. Verifica-se igualmente que os valores médios do ruído proveniente das aulas de Educação Física situam-se entre os 77,8 dB(A) e os 83,3 dB(A). As tipologias 1, 4 e 5 inserem-se nos níveis de ação definidos pelo referido decreto. Na tipologia 2 e 3 obtêm-se valores de 83 e 81 respetivamente, ligeiramente mais elevados do que nas outras tipologias (mais 2 e 3 dB(A) de diferença). Estes valores já ultrapassam o valor de ação inferior de 80 dB (A) definido pelo Decreto-Lei n.º 182/2006, que regulamenta a exposição pessoal diária dos trabalhadores. No entanto, este valor é estipulado para uma exposição diária de 8 horas. Pode-se considerar que nem o conforto mínimo é conseguido nas tipologias 2 e 3 e que o ruído nestas instalações desportivas é nocivo para o professor, uma vez que este está exposto a estes níveis sonoros entre seis a oito horas. Pode-se supor

que os níveis sonoros variam em função de mais do que uma variável: tipo de espaço desportivo, número de turmas e tipo de modalidades lecionadas. O aumento do número de turmas em simultâneo no mesmo espaço desportivo e consequentemente a presença em simultâneo de mais do que um tipo de modalidade desportiva poderá levar a um acréscimo nos valores de L_{Aeq} , uma vez que existe um maior número de fontes de ruído.

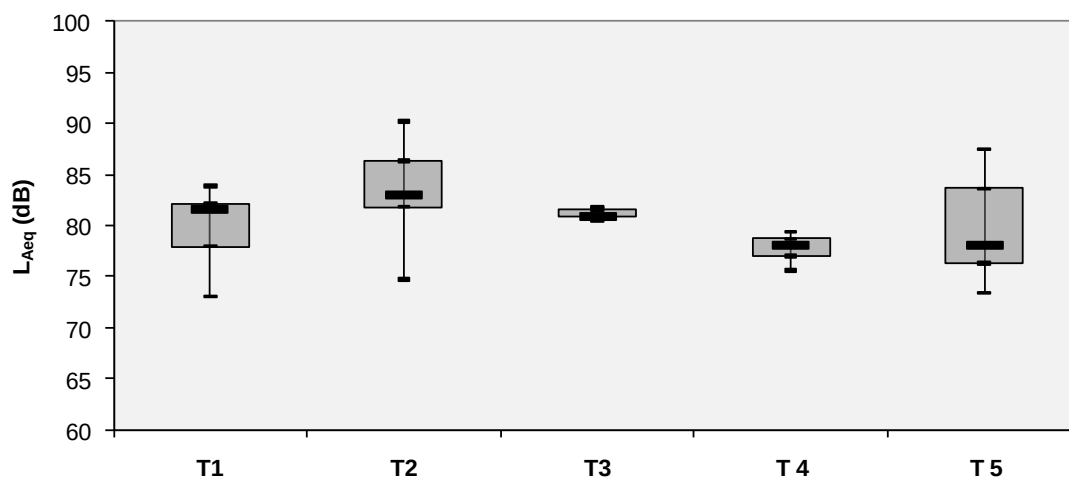


Figura 3.4 - Descrição amostral para o parâmetro LA_{eq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Na Figura 3.4 observa-se que a média nos pavilhões de tipologia 1, 4 e 5 é ligeiramente inferior à média nos pavilhões de tipologia 2 e 3, no entanto estes valores não são considerados nocivos pois situam-se entre o nível de ação inferior 80 dB(A) e o nível de ação superior 85 dB(A) estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º 182/2006. Nas tipologias 2 e 3 os valores médios obtidos tornam-se mais elevados devido a neste tipo de instalações serem ocupadas por duas ou mais turmas em simultâneo. Verifica-se que em todas as tipologias a mediana aproxima-se mais de um limite (inferior ou superior), evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de L_{Aeq} e que 50% dos dados estão concentrados.

b) Salas de Desporto

No Quadro 3.5 apresentam-se os resultados referentes a todos os valores médios obtidos, do ruído proveniente das aulas de Educação Física (L_{Aeq}) para cada Sala de Desporto estudada.

Quadro 3.5 – Estatística simples dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física. A negrito estão assinalados os valores ≥ 85 dB.

PDE (Salas de Desporto)	TIPOLOGIA	PARÂMETRO L_{Aeq} (dBA)							
		MÍNIMO	MEDIANA	MÉDIA	LA5	LA50	LA95	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SD1	T1	47,0	73,0	73,0	77,0	69,0	58,0	88,0	1,2
SD3	GA	61,0	83,0	83,0	87,0	80,0	70,0	96,0	1,0
SD4	GA	62,0	79,0	80,0	81,0	76,0	69,0	92,0	1,6
SD6	T1	32,0	75,0	75,0	79,0	70,0	56,0	89,0	4,0
SD7	T1	50,0	80,0	80,0	85,0	76,0	64,0	94,0	0,5
SD8	T1	39,0	72,0	72,0	77,0	67,0	54,0	86,0	0,9
SD9	T4	46,0	76,0	76,0	82,0	69,0	55,0	92,0	1,0
SD10	T1	42,0	77,0	78,0	80,0	71,0	60,0	89,0	1,1
SD16	T5	46,0	73,0	75,0	79,0	69,0	56,0	90,0	2,0
SD17	T1	51,0	81,0	81,0	86,0	73,0	58,0	94,0	3,7
SD19	T5	29,0	77,0	77,0	82,0	71,0	55,0	90,0	1,1
SD20	T1	43,0	69,0	70,0	75,0	63,0	50,0	85,0	2,5
SD22	T1	54,0	77,0	77,0	82,0	73,0	63,0	90,0	1,2
SD24	T1	52,0	78,0	78,0	83,0	73,0	61,0	91,0	1,6
SD25	T4	58,0	81,0	81,0	86,0	77,0	67,0	93,0	1,0
SD26	T4	51,0	78,0	78,0	82,0	75,0	64,0	92,0	0,6
SD29	GA	63,0	85,0	84,0	89,0	81,0	72,0	98,0	1,0
SD31	T4	52,0	81,0	82,0	87,0	76,0	61,0	96,0	1,8
SD32	T1	34,0	82,0	83,0	87,0	79,0	61,0	92,0	1,2
SD34	GA	25,0	68,0	68,0	73,0	63,0	51,0	82,0	1,3
SD38	GA	44,0	77,0	79,0	82,0	74,0	61,0	91,0	2,2
SD42	T1	28,0	78,0	76,0	82,0	48,0	40,0	62,0	0,6
SD43	T1	32,0	75,0	76,0	80,0	71,0	57,0	91,0	1,9
SD45	T1	51,0	76,0	76,0	81,0	72,0	61,0	90,0	0,3
SD47	T1	57,0	81,0	88,0	85,0	78,0	68,0	100,0	7,5

Ao analisar o Quadro 3.5 verifica-se que 28% das salas de desporto apresentam níveis sonoros superiores a 80 dB(A), encontrando-se acima do nível de ação inferior estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º 182 /2006, que é de 80 dB(A). Observa-se ainda que 4% das salas de desporto se encontram acima dos 87 dB(A) ultrapassando o estipulado como valor limite de exposição definido pelo decreto mencionado.

Perante este panorama, verifica-se que em 28% das salas de desporto, é ultrapassado o valor de 80 dB(A) considerado o “nível de ação” da exposição pessoal diária ao ruído, registado nos termos do Decreto Regulamentar n.º 186/2006.

Quadro 3.6 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), nas 25 Salas de Desporto

Variável L_{Aeq}				Amostra: 25 observações		
Medidas Descritivas (dBA)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
68,4	72,4	78,0	77,7	83,0	88,4	4,5

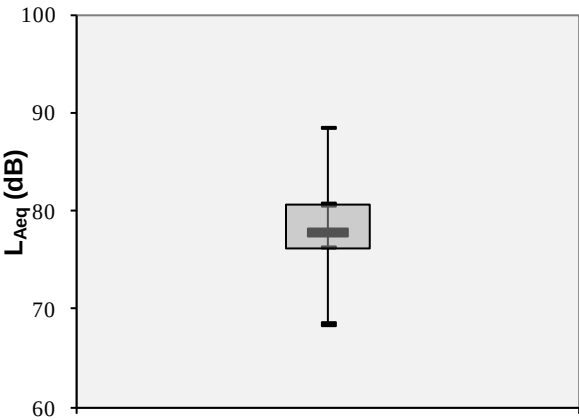


Figura 3.5 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), nas 25 Salas de Desporto

Após analisar o diagrama da Figura 3.5 observa-se que a média nas salas de desporto é inferior à obtida nos pavilhões (Figura 3.3), encontra-se abaixo do nível de ação inferior estipulado pelo Decreto Regulamentar n.º 182 /2006. No entanto, verifica-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa,

evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de L_{Aeq} , observa-se ainda que 50% dos dados estão concentrados.

No que se refere ao valor máximo, este é de 88,4 dB(A) com uma variação de 4,5 dB, acima do estipulado como valor limite pelo Decreto referido em cima.

No Quadro 3.6 observa-se que em 10% das observações temos valores inferiores ou iguais a 72,4 dB(A), o que se encontra dentro do legislado pela lei em vigor e que em 90% das observações temos valores inferiores ou iguais a 83 dB(A), o que ultrapassa ligeiramente o nível de ação inferior definido pelo referido decreto.

c) Global

Ao efetuar-se a análise aos pavilhões e salas de desporto verifica-se que em ambas as instalações se observa uma ligeira assimetria nos valores observados de L_{Aeq} , existindo pouca dispersão nos dados.

Quando se efetuou a análise distinguindo os dois tipos de instalações desportivas, pavilhões e salas de desporto, observou-se que o valor médio obtido do parâmetro L_{Aeq} para os pavilhões foi de 80,6 dB(A) com uma variação de 4 dB, enquanto que para as salas de desporto o valor médio obtido para este parâmetro foi de 78 dB(A) com uma variação de 4,5 dB. Assim, verificou-se entre estes dois espaços uma diferença de 2,6 dB(A) para o valor médio do parâmetro L_{Aeq} , encontrando-se apesar de tudo, ambas muito próximo do nível de ação inferior estipulado como conforto para a exposição de 8 horas ao ruído para os trabalhadores (Decreto Regulamentar n.º 182/2006). A pouca diferença evidenciada nos valores obtidos entre estes espaços pode ser explicada pela utilização de materiais de construção iguais, obtendo comportamentos acústicos semelhantes. No entanto, os valores nas salas de desporto são ligeiramente inferiores talvez por ser um espaço de menor dimensão onde se realizam modalidades menos ruidosas, tais como ginástica, que utilizam material como colchões que poderão absorver algum ruído. Nos pavilhões verifica-se que os valores são ligeiramente mais elevados e estas instalações têm dimensões maiores que as salas de desporto, o que permite ter mais turmas em simultâneo. Pode-se pensar que os níveis sonoros variam em

função de mais do que uma variável: tipo de espaço desportivo, número de turmas e tipo de modalidades lecionadas. O aumento do número de turmas em simultâneo no mesmo espaço desportivo e consequentemente a presença em simultâneo de mais do que um tipo de modalidade desportiva poderá levar a um acréscimo nos valores de L_{Aeq} , uma vez que existe um maior número de fontes de ruído, talvez por isso se explique que os valores obtidos, nos pavilhões sejam mais elevados do que nas salas de desporto. O mesmo tipo de comportamento pode explicar os valores obtidos, mais elevados nas tipologias 2 e 3 do que nas tipologias 1,4 e 5, uma vez que são instalações onde normalmente têm duas a três turmas em simultâneo a realizar atividade física, ao contrário das tipologias 1,4 e 5 onde normalmente se encontrava somente uma turma. Os resultados poderão permitir concluir que, se estiverem presentes duas e três turmas em simultâneo, existe uma probabilidade maior do valor de L_{Aeq} , ser superior à situação onde existe só uma turma.

Conclui-se que 44% dos pavilhões obtiveram um valor médio superior 80 dB(A), tendo sido este de 80,6 dB(A) com uma variação de 4 dB(A) e 28% das salas de desporto um valor médio superior a 80 dB, tendo sido de 83 dB dB(A) com uma variação de 4,5 dB(A). Constata-se que, os níveis sonoros nestas instalações não constituem risco para os professores, uma vez que estes valores aproximam-se do estipulado como conforto acústico mínimo de 80 dB(A) a uma exposição ao ruído de 8 horas.

Na pesquisa efetuada, encontrou-se um estudo realizado em 5 “ginásios” onde se verificou que 80% dos professores estão sujeitos a uma exposição pessoal diária ao ruído de 89 dB(A) (Pinto *et al.* 2002). Num outro estudo, este realizado em 30 “ginásios”, Barreira (2003) verificou que em 47% das salas avaliadas os níveis sonoros obtidos eram superiores a 85 dB(A) e em 26% eram ultrapassados os 90 dB(A), considerando-se que nem o mínimo de conforto é conseguido. De salientar que neste tipo de instalações a maior parte do ruído advém da música.

Indo de encontro ao estudo presente apareceu um estudo em Portugal realizado por Conceição (2009). O autor selecionou uma escola e avaliou as aulas de educação física, mais especificamente, avalia a exposição

ocupacional ao ruído e a capacidade auditiva nos professores de Educação Física. Concluiu que, 73% dos professores de Educação Física avaliados estão sujeitos a valores situados entre os 80 e os 85 dB(A) e que só 27% estão dentro dos valores de conforto acústico referidos na legislação portuguesa (≤ 80 dB(A)).

3.2.1.2. RESULTADOS OBTIDOS PARA O RUÍDO DE FUNDO

No Quadro 3.7 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos, relativos ao ruído de fundo L_{Aeq_rf} , nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.7 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nos 50 Parques Desportivos Escolares

Variável L_{Aeq_rf}				Amostra: 68 observações		
Medidas Descritivas (dBA)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
30,0	34,0	42,4	42,0	50,3	59,0	6,7

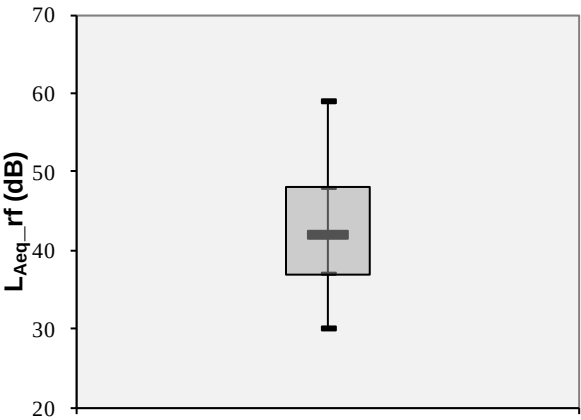


Figura 3.6 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nos 50 Parques Desportivos Escolares

No Quadro 3.7 verifica-se que a média nos cinquenta Parques Desportivos Escolares, do L_{Aeq} do ruído de fundo é de 42,4 dB(A) e como se pode retirar do diagrama representado na Figura 3.6 constata-se que, como a mediana está aproximadamente a meio da caixa, verificando-se que os valores apresentados de L_{Aeq_rf} são simétricos. Estes valores enquadram-se nos valores

recomendados pela ASHRAE (1995) para ginásios de escolas, indicando níveis sonoros máximos de 40-55 dB(A). Assim sendo, pode-se considerar que o valor de 42,4 dB(A) com uma variação de 6,7 dB(A) se encontra dentro do recomendado pelo autor, uma vez que este recomenda para polidesportivos 40-50. No entanto o ruído de fundo em 10% dos espaços excede o nível sonoro de 50,3 dB(A) e tendo em linha de conta o valor recomendado neste estudo ≤ 40 dB(A) o ruído de fundo já é considerado muito elevado neste tipo de instalações.

Neste tipo de instalações desportivas o ruído de fundo advém principalmente do exterior do recinto, podendo ser este derivado da prática desportiva de carácter lúdico e informal dos alunos nos campos exteriores, emoção, euforia, rebeldia dos alunos, batimento de bolas no solo ou paredes, ou ainda ruído de tráfego rodoviário.

Nos quadros Quadro 3.8 e Quadro 3.9 apresenta-se a listagem completa dos resultados medidos.

a) Pavilhões

No Quadro 3.8 apresentam-se os resultados referentes a todos os valores médios obtidos, do ruído fundo L_{Aeq_rf} , para cada pavilhão estudado, indicando ainda a tipologia.

Ao analisar o Quadro 3.8 constatou-se que 30% dos pavilhões estudados apresentaram valores médios do ruído de fundo para o parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ inferiores a 40 dB(A). Observou-se também que 54% dos pavilhões analisados, apresentaram valores médios para o parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ do ruído de fundo situados entre 40 e 50 dB(A) e que, só 16% dos pavilhões analisados apresentam níveis sonoros médios superiores a 50 dB(A), encontrando-se ligeiramente acima dos valores recomendados pela ASHRAE (1995), entre 40-50 dB(A).

Quadro 3.8 – Valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro ruído de fundo L_{Aeq_rf} . A negrito estão assinalados os valores ≥ 50 dB.

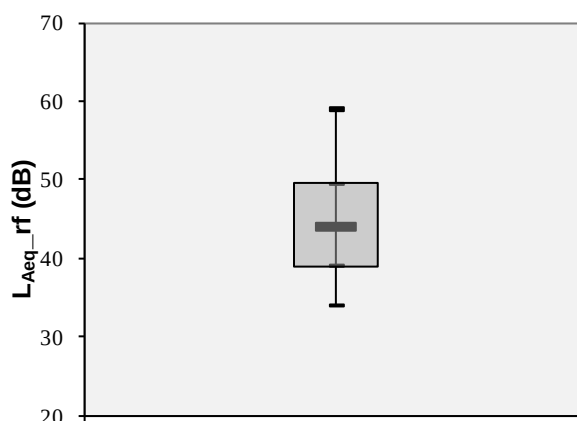
PAVILHÕES	TIPOLOGIA	RUÍDO DE FUNDO L_{Aeq} dB(A)
P1	T1	44,0
P2	T3	50,0
P5	T2	59,0
P6	T1	50,0
P7	T1	49,0
P8	T1	39,0
P9	T4	39,0
P10	T1	43,0
P11	T2	54,0
P12	T2	40,0
P13	T5	51,0
P14	T5	52,0
P15	T3	41,0
P16	T5	45,0
P17	T1	43,0
P18	T2	48,0
P19	T5	36,0
P20	T1	44,0
P21	T3	37,0
P22	T1	51,0
P23	T5	47,0
P24	T1	34,0
P25	T4	37,0
P26	T4	37,0
P27	T2	48,0
P28	T2	49,0
P30	T5	34,0
P31	T4	35,0
P32	T1	50,0
P33	T5	42,0
P35	T5	42,0
P36	T2	48,0
P37	T5	39,0
P39	T2	50,0
P40	T2	55,0
P41	T3	37,0
P42	T1	44,0
P43	T1	34,0
P44	T3	34,0
P45	T1	40,0
P46	T2	53,0
P47	T1	41,0
P48	T5	47,0

No Quadro 3.9 são apresentados os resultados estatísticos globais referentes aos valores médios obtidos, do ruído fundo L_{Aeq_rf} , existentes nos quarenta e três Pavilhões dos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.9 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nos 43 Pavilhões

Variável L_{Aeq_rf}							Amostra: 43 observações	
Medidas Descritivas (dBA)								
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão		
34,0	35,2	44,0	44,0	51,8	59,0	6,6		

Da análise efetuada aos valores do ruído de fundo sem ocupação, aos quarenta e três pavilhões, através do parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ verificou-se que o valor médio global obtido nos pavilhões estudados neste parâmetro foi de 44 dB(A) encontrando-se dentro do recomendado por ASHRAE (1995), mas ligeiramente superior ao valor estipulado neste estudo. No entanto, em 10% dos locais os valores obtidos são superiores a 51,8 dB(A) e o valor máximo obtido é de 59 dB(A).

Figura 3.7 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nos 43 Pavilhões

No Figura 3.7 constata-se que como a mediana está aproximadamente a meio da caixa, verifica-se que os valores apresentados de L_{Aeq_rf} são simétricos e que 50% dos dados estão concentrados.

No Quadro 3.10 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do ruído fundo L_{Aeq_rf} , nos quarenta e três pavilhões, nas diferentes tipologias, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.10 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Variável L_{Aeq_rf}							
Medidas Descritivas (dBA)							
Tipologia	Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-padrão
T1 (14 observações)	34,0	35,5	43,3	43,5	50,0	51,0	5,5
T2 (10 observações)	40,0	47,2	50,4	49,5	55,4	59,0	5,2
T3 (5 observações)	34,0	35,2	39,8	37,0	46,4	50,0	6,2
T4 (4 observações)	35,0	35,6	37,0	37,0	38,4	39,0	1,6
T5 (14 observações)	34,0	35,8	43,5	43,5	51,1	52,0	6,0

No Quadro 3.10 observa-se que os valores médios obtidos do L_{Aeq_rf} na tipologia 1 e 5 é de 43, 3 dB(A) e 43, 5 dB(A) respetivamente, encontrando-se dentro do recomendado pela ASHRAE (1995). No que se refere às tipologias 3 e 4, obtiveram-se valores médios inferiores a 40 dB(A), sendo o valor obtido para a tipologia 3 de 39,8 dB(A) e para a tipologia 4 de 37 dB(A). Observa-se ainda que, somente na tipologia 2 se obteve valor ligeiramente superior a 50 dB(A), sendo este de 50,4 dB(A).

Da análise do Quadro 3.10 observa-se que o L_{Aeq_rf} ruído de fundo se situa entre os 37 dB (A) e os 50 dB (A), verificando-se que somente na tipologia 2 é que se obteve um valor médio de 50,4 dB(A). No entanto, em quase todas as tipologias, exceto na tipologia 4, o valor máximo obtido encontra-se acima do recomendado pelo autor supracitado, ou seja acima dos 50 dB(A).

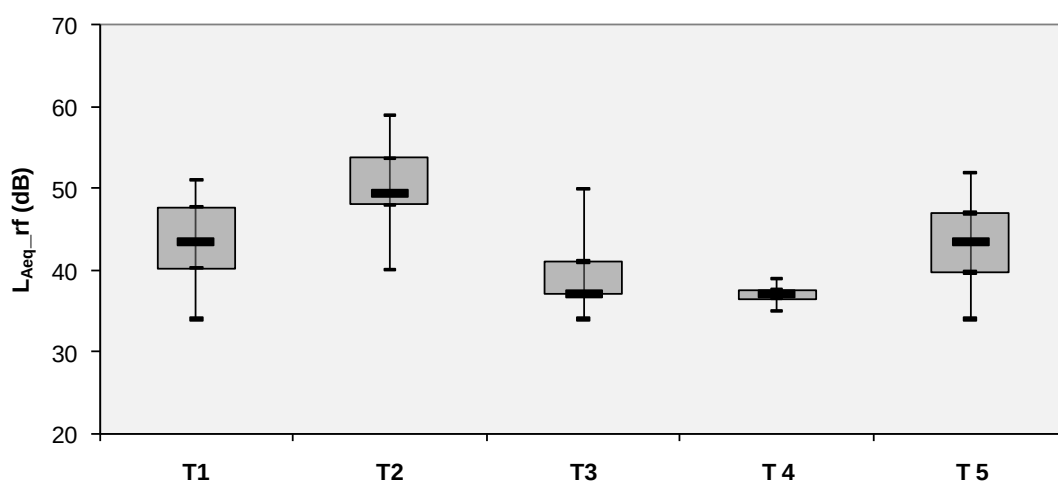


Figura 3.8 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

No diagrama da Figura 3.8 observa-se que a mediana se situa no meio da caixa nas tipologias 1, 4 e 5, evidenciando simetria nos valores observados de L_{Aeq_rf} . Significa que não existe dispersão nos dados recolhidos da amostra.

Nas tipologias 2 e 3 verifica-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de L_{Aeq_rf} , observa-se ainda que 50% dos dados estão concentrados.

Poderá constatar-se que, nestas instalações desportivas o ruído de fundo é provocado pela interferência direta do ruído ambiente exterior, ruídos de tráfego, ruído dos alunos nos recintos desportivos exteriores ou outros existentes e podem perturbar ou incomodar os utilizadores desses espaços. Estes valores evidenciam uma carência no isolamento da envolvente, face ao ruído proveniente do exterior.

b) Salas de Desporto

No Quadro 3.11 e Quadro 3.12 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do ruído fundo L_{Aeq_rf} , nas vinte e cinco salas de desporto existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.11 – Valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro ruído de fundo L_{Aeq_rf}

SALAS DE DESPORTO	TIPOLOGIA	RUÍDO DE FUNDO L_{Aeq} dB(A)
SD1	T1	42,0
SD3	GA	49,0
SD4	GA	47,0
SD6	T1	40,0
SD7	T1	36,0
SD8	T1	36,0
SD9	T4	33,0
SD10	T1	41,0
SD16	T5	38,0
SD17	T1	34,0
SD19	T5	30,0
SD20	T1	40,0
SD22	T1	48,0
SD24	T1	32,0
SD25	T4	34,0
SD26	T4	31,0
SD29	GA	48,0
SD31	T4	35,0
SD32	T1	45,0
SD34	GA	44,0
SD38	GA	46,0
SD42	T1	40,0
SD43	T1	34,0
SD45	T1	48,0
SD47	T1	39,0

Da análise efetuada ao Quadro 3.11 aos valores do ruído de fundo sem ocupação, às vinte e cinco salas de desporto, através do parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ constatou-se que 48% das salas de desporto estudadas, apresentaram valores médios do ruído de fundo para o parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ inferiores a 40 dB(A). Observou-se também que 52% das salas de desporto analisadas, apresentaram valores médios para o parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ do ruído de fundo situados entre 40 e 50 dB(A) e que nenhuma sala de desporto apresentou níveis sonoros médios superiores a 50 dB(A).

Ao analisar os valores do ruído de fundo sem ocupação no Quadro 3.12, nas vinte e cinco salas de desporto, através do parâmetro $L_{Aeq}(rf)$, verificou-se que, o valor médio global obtido nas salas de desporto estudadas neste parâmetro foi de 39,6 dB(A), encontrando-se dentro da recomendação referida pela ASHRAE (1995), que era de 40-55 para ginásios escolares.

Quadro 3.12 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nas 25 Salas de Desporto						
Variável L_{Aeq_rf}				Amostra: 25 observações		
Medidas Descritivas (dBA)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
30,0	32,4	39,6	40,0	48,0	49,0	6,0

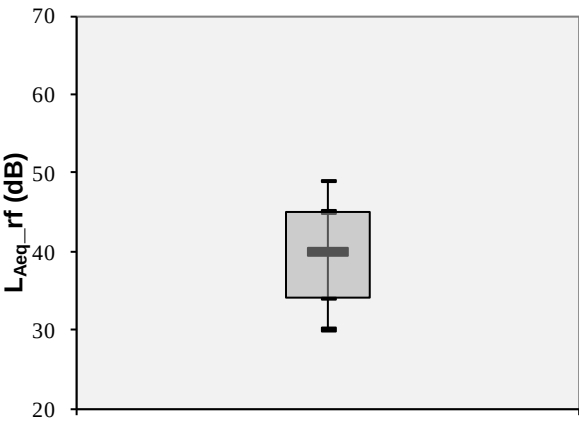


Figura 3.9 - Descrição amostral para o parâmetro L_{Aeq_rf} (ruído de fundo), nas 25 Salas de Desporto

No diagrama da Figura 3.9 constata-se que, como a mediana está no meio da caixa, verifica-se que os valores apresentados de L_{Aeq_rf} são simétricos e que 50% dos dados estão concentrados.

c) Global

Da análise aos valores do ruído de fundo, diferenciando os dois tipos de instalações desportivas, pavilhões e salas de desporto, observou-se que o valor médio obtido do parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ do ruído de fundo, para os quarenta e três pavilhões foi de 44 dB(A) com uma variação de 6,6 dB(A), enquanto que para as vinte e cinco salas de desporto o valor médio obtido para este parâmetro foi de 39,6 dB(A) com uma variação de 6 dB(A). A informação que

se pode retirar é de que o valor médio obtido do parâmetro $L_{Aeq}(rf)$ nos Pavilhões é superior ao valor médio obtido nas Salas de Desporto, uma diferença de 4,4 dB(A). As salas de desporto parecem ser mais silenciosas, face ao ruído exterior, do que os pavilhões. Poderão existir várias explicações, por um lado, a orientação da instalação desportiva, uma vez que a maioria dos pavilhões está localizada em frente aos recintos desportivos exteriores e as salas de desporto encontram-se mais no interior da instalação ou, pelo material que está no interior das salas de desporto (colchões de ginástica), que poderá funcionar como absorvente acústico. Para além disso as fachadas exteriores não têm isolamento sonoro, nem nos pavilhões nem nas salas de desporto.

O valor referenciado nas diversas recomendações consultadas, é de menor ou igual que 40 dB(A), logo nos pavilhões este valor é superior. No entanto, nas salas de desporto este valor não é excedido, sendo inferior a 40 dB(A).

Nestas instalações desportivas o ruído de fundo é provocado pela interferência direta do ruído ambiente exterior, ruídos de tráfego, ruído dos alunos nos recintos desportivos exteriores, instalações elétricas e/ou hidráulicas ou outros existentes e podem perturbar ou incomodar os utilizadores desses espaços. Estes valores podem evidenciar uma carência no isolamento da envolvente, face ao ruído proveniente do exterior.

Considera-se ruído de fundo toda aquela perturbação sonora que se percebe na instalação desportiva mesmo estando esta sem nenhuma atividade. A título de exemplo, os autores ASHRAE (1995), Wroblewska (2010) e Isbert (1998) recomendam níveis sonoros entre 40-55 dB(A) para polidesportivos e entre 40-50 dB(A) para ginásios, os valores encontrados neste estudo estão dentro deste intervalo de valores. No entanto, relativamente ao critério nível sonoro contínuo equivalente sem ocupação L_{Aeq_rf} , considera-se o valor de menor ou igual a 40 dB(A) como o ideal para o conforto neste tipo de instalações desportivas, exigindo assim níveis dentro do critério recomendado pela ANSI (American National Standards Institute) e pela ASHA (American Speech, Language, Hearing Association), de 30 dB(A) como citado por Ryan e Meldel (2011).

3.2.1.3. RESULTADOS OBTIDOS PARA O TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Como referido anteriormente, o tempo de reverberação está diretamente relacionado com as características geométricas do local e com os materiais que revestem o espaço interior. Qualquer recinto concebido para atividade física e lecionação de aulas fica desadequado se o tempo de reverberação do local não for o ideal para o exercício dessas atividades. O tempo de reverberação é um importante parâmetro acústico que determina, só por si, a qualidade acústica de um espaço.

O tempo de reverberação regulamentar está exposto no artigo 9º, n.º 1, alínea a) do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho, onde se refere que, no interior dos recintos desportivos escolares, o tempo de reverberação, T , correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deve satisfazer a condição: $T_{[500, 1000, 2000]} \leq 0,15 \cdot V^{(1/3)}$ (s), onde o V é o volume interior do espaço em análise (em m^3).

Apresentam-se no Quadro 3.13 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do tempo de reverberação (TR) nos PDE (pavilhões e salas de desporto). Os valores só foram analisados em catorze espaços desportivos (oito pavilhões e seis salas de desporto) porque o processo de avaliação é mais moroso e comporta elevados encargos a nível material e económico, sendo necessário um técnico especializado com conhecimentos específicos relativos ao funcionamento dos aparelhos. Apesar da amostra relativa a este parâmetro ser pequena, ela abrange todas as tipologias de pavilhões e de salas de desporto.

Quadro 3.13 – Descrição amostral para o parâmetro TR (s) (Tempo de Reverberação) nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões mais 25 Salas de Desporto)

Amostragem (157 atividades mais 20 casos de Desporto)						
Variável TR				Amostra: 14 observações		
Medidas Descritivas (s)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
2,5	2,6	4,8	4,8	6,9	8,1	1,9

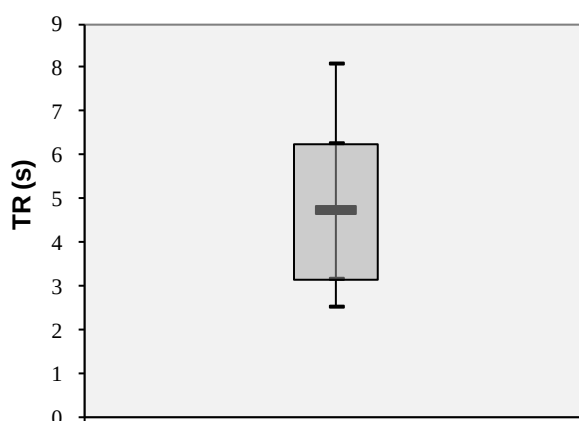


Figura 3.10 - Descrição amostral para o parâmetro TR (s) (Tempo de Reverberação) nos 50 Parques Desportivos Escolares (Pavilhões mais Salas de Desporto)

Observa-se no Quadro 3.13 que a média do T (500, 1K, 2 K Hz) nos PDE é de 4,8 segundos. A média obtida é considerada muito elevada, pois as recomendações sugerem no máximo 1,5 segundos.

A informação que se pode retirar do diagrama é que a mediana está aproximadamente a meio da caixa, o que significa que os valores observados do TR são simétricos nos PDE. Verifica-se que existe alguma dispersão nos dados recolhidos, obteve-se um valor mínimo de 2,5 segundos e um valor máximo de 8,1 segundos.

a) Pavilhões

Apresenta-se no Quadro 3.14 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do tempo de reverberação (TR) nas diferentes tipologias dos pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados, indicando em cada caso a correção do fator incerteza I ($= 0,25\%$ do limite regulamentar), indicado no artigo 9º, n.º 4, do R.R.A.E. Calcularam-se também os valores máximos do tempo de reverberação médio permitido na legislação, para cada instalação, em função do seu volume.

Quadro 3.14 – Resumo estatístico simples dos valores obtidos, nos 8 pavilhões, para o parâmetro *TR* (Tempo de Reverberação), para as bandas de frequência 500, 1000 e 2000 Hz.

PAVILHÕES	Tipologia	Volume (m ³)	<i>TR</i> (s) médio medido 500, 1000, 2000 Hz	Incerteza	<i>TR</i> (s) Final c/Inc.	<i>TR</i> (s) máx. RRAE	Cump. Legal *
P7	T1	4694	5,1	0,63	4,4	2,5	Não
P45	T1	5778	6,1	0,67	5,4	2,7	Não
P40	T2	8227	5,9	0,76	5,1	3,0	Não
P5	T2	8391	4,2	0,76	3,5	3,0	Não
P2	T3	11812	6,3	0,85	5,4	3,4	Não
P44	T3	11912	7,1	0,86	6,2	3,4	Não
P25	T4	12396	8,1	0,87	7,2	3,5	Não
P8	T4	14058	6,4	0,91	5,4	3,6	Não

* Decreto-Lei n.º 96/2008 Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)

Da análise efetuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação nas várias tipologias dos pavilhões, verificou-se que os valores médios mesmo descontando a incerteza da medição, em quatro pavilhões estão acima dos 5 segundos, dois pavilhões obtiveram valores acima dos 6 segundos, um pavilhão obteve o valor de 4,4 segundos e só um pavilhão obteve 3,5 segundos. Conclui-se que todos os pavilhões estão acima dos 3 segundos, muito acima do recomendado por Isbert (1998) que refere que para recintos de uso desportivo com volumes entre 1000 e 100.000 m³, o tempo de reverberação deveria oscilar entre 1 e 3 segundos. Como se pode observar, estes valores são muito elevados, muito acima do recomendado neste estudo, para se adquirir conforto acústico mínimo que é de 1,5 segundos de decaimento. Ao realizar os cálculos do tempo de reverberação máximo regulamentar para cada instalação desportiva de acordo com o seu volume, verifica-se que nem assim se consegue o conforto mínimo referente a este parâmetro. Esta situação observa-se devido ao grande volume deste tipo de instalações, mas principalmente devido à pouca absorção sonora da envolvente interior que torna estes espaços muito reverberantes, devido às suas superfícies muito refletoras, que propiciam elevados tempos de reverberação.

No Quadro 3.15 verifica-se que a média do *T* (500, 1K, 2 K Hz) nos Pavilhões é de 6,2 segundos. A média obtida é considerada muito elevada, pois as recomendações sugerem no máximo 1,5 segundos.

Da análise efetuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação nos pavilhões, verificou-se que estes se encontram acima dos 4 segundos. O valor máximo obtido foi 8,1 segundos, considerado excessivamente elevado para este tipo de instalações.

Quadro 3.15 - Descrição amostral para o parâmetro *TR* (s) (Tempo de Reverberação) nos Pavilhões

Variável TR				Amostra: 8 observações		
Medidas Descritivas (s)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
4,2	4,8	6,2	6,2	7,4	8,1	1,2

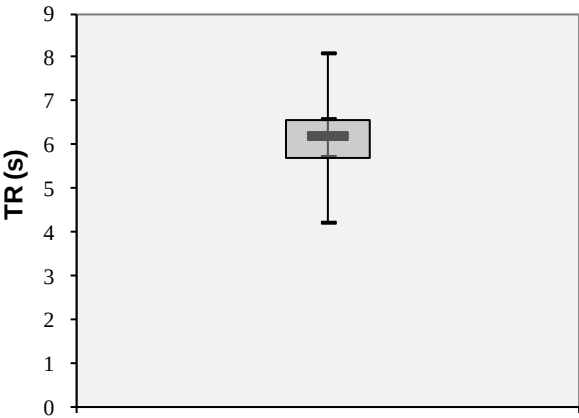


Figura 3.11 - Descrição amostral para o parâmetro *TR* (s) (Tempo de Reverberação) nos Pavilhões

No que se refere aos pavilhões, verifica-se que 50% dos dados estão concentrados e como a mediana está aproximadamente a meio da caixa, os valores observados de *TR* são simétricos nos Pavilhões.

Conclui-se que todos os pavilhões obtiveram valores acima dos 4 segundos, muito acima do máximo recomendado que é de 1,5 segundos de decaimento.

b) Salas de Desporto

Apresentam-se no Quadro 3.16 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos para o tempo de reverberação (*TR*) nas salas de desporto existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados, indicando em cada caso a correção do fator incerteza *I* (= 0,25% do limite regulamentar),

citado no artigo 9º, n.º 4, do R.R.A.E. Calcularam-se também os valores máximos do tempo de reverberação médio permitido na legislação, para cada instalação, em função do seu volume.

Quadro 3.16 – Resumo estatístico simples dos valores obtidos, nas 6 salas de desporto, para o parâmetro *TR* (Tempo de Reverberação), para as bandas de frequência 500, 1000 e 2000 Hz.

SALAS DE DESPORTO	Tipologia	Volume (m ³)	<i>TR</i> (s) médio medido 500, 1000, 2000 Hz	Incerteza	<i>TR</i> (s) Final c/Inc.	<i>TR</i> (s) máx. RRAE	Cump. Legal *
SD4	GA	1227	2,6	0,40	2,2	1,6	Não
SD3	GA	1848	4,4	0,46	3,9	1,8	Não
SD8	T1	1486	2,6	0,43	2,2	1,7	Não
SD45	T1	2338	3,1	0,50	2,6	2,0	Não
SD9	T4	1458	2,5	0,43	2,1	1,7	Não
SD25	T4	1550	3,3	0,43	2,9	1,7	Não

* Decreto-Lei n.º 96/2008 Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)

Da análise efetuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação nas salas de desporto, verifica-se que estes são ligeiramente inferiores (até 4,4 s) aos apresentados nos pavilhões. Tal situação verifica-se talvez porque estes espaços têm um menor volume e têm algum material absorvente, tais como colchões. Verificou-se que os valores médios mesmo com a incerteza, estão acima dos 2 segundos e numa sala de desporto obteve-se um valor de 3,9 segundos de decaimento do ruído. Estes valores são superiores ao que a bibliografia recomenda para este estudo que é de 1,5 segundos de decaimento. Ao realizar os cálculos do tempo de reverberação máximo regulamentar para cada instalação desportiva de acordo com o seu volume verifica-se que nem assim se consegue o conforto mínimo referente a este parâmetro.

Quadro 3.17 - Descrição amostral para o parâmetro *TR* (s) (Tempo de Reverberação) nas Salas de Desporto

Variável TR				Amostra: 6 observações		
Medidas Descritivas (s)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
2,5	2,6	3,1	2,9	3,9	4,4	0,7

Como se verifica no Quadro 3.17 os valores médios obtidos do tempo de reverberação nas salas de desporto, são ligeiramente inferiores aos

apresentados nos pavilhões (de 4,2 a 8,1s). Tal situação verifica-se porque estes espaços têm um menor volume e são providos de algum material absorvente, tais como colchões. Verificou-se que os valores médios mesmo com a Incerteza estão acima dos 2 segundos de decaimento do ruído. Estes valores são superiores ao recomendado pela bibliografia e legislação ao que foi indicado como zona de conforto que é de 1,5 segundos de decaimento. Verificou-se igualmente que, ao realizar os cálculos do tempo de reverberação regulamentar máximo para cada instalação desportiva de acordo com o seu volume, verifica-se que nem assim se consegue o conforto mínimo referente a este parâmetro.

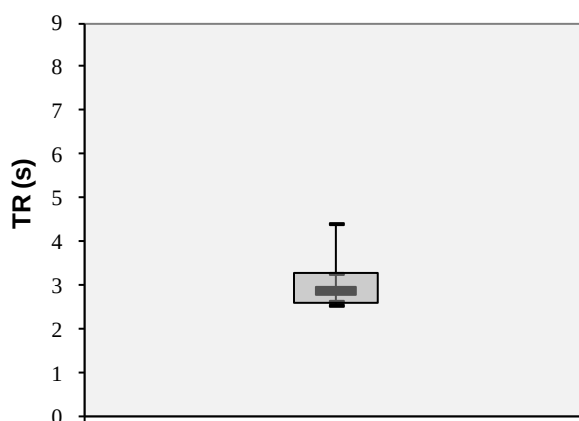


Figura 3.12 - Descrição amostral para o parâmetro TR (s) (Tempo de Reverberação) nas Salas de Desporto

Após analisar o diagrama da Figura 3.12 observa-se que a média do T (500, 1K, 2 K Hz) nas salas de desporto é superior a 3 segundos, ligeiramente inferior à obtida nos pavilhões. Verifica-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de TR , observa-se ainda que 50% dos dados estão concentrados.

c) Global

Ao analisar os valores reais obtidos nos pavilhões e nas salas de desporto, (valores efetivamente instalados nesses locais e que realmente condicionam o conforto acústico dos utilizadores desses espaços), verifica-se que estes são muito elevados face aos regulamentares. No caso dos pavilhões dificilmente se conseguirá cumprir o recomendado neste trabalho e pela bibliografia

consultada, ou seja, um TR inferior a 1,5 s. Ao se aplicar o RRAE (2008) não se consegue atingir o valor recomendado neste trabalho de 1,5 s, uma vez que este determina que o tempo de reverberação de qualquer espaço é função do seu volume, não estabelecendo restrições. Ora esta metodologia não é adequada para o caso destas instalações desportivas, pois existem espaços com grandes volumes para os quais a regulamentação atual não estabelece restrições, permitindo que se verifiquem tempos de reverberação elevados e até completamente desadequados à função do local. A expressão adotada no RRAE (2008), que é uma função da raiz cúbica do volume, cresce rapidamente consoante aumenta o volume do local e não tem restrições ao seu domínio de aplicação. O regulamento entende, infelizmente, que é adequado, um tempo de reverberação regulamentar de 3,5 e 3,6 s, como por exemplo se verificou nos pavilhões de tipologia T4, com um volume de cerca de 12396 e de 14058 m³ respetivamente. O que quer dizer que talvez seja difícil conseguir um tempo de reverberação de 1,5 s como o recomendado neste trabalho e pela bibliografia estudada, para este tipo de espaços (pavilhões e salas de desporto).

No caso das salas de desporto, os valores obtidos ao aplicar o RRAE (2008) já se aproximam mais do valor recomendado neste estudo, no entanto, o valor mínimo é de 1,6 s e o máximo de 2,0 s, pelo que se pode considerar qualquer tempo de reverberação superior a 1,5 s, como inaceitável para estes espaços. Talvez este decreto tenha que ser revisto no que concerne ao caso particular das instalações desportivas, de forma a adequar o valor de TR às funções praticadas.

Na prática, o tempo de reverberação ideal não depende do volume, pelo que havendo durante o projeto a preocupação com as condições acústicas destas instalações desportivas, pressupõe-se que estas poderão ser tratadas com materiais absorventes sonoros, permitindo assim a obtenção de valores ótimos e adequados para o local.

Verifica-se que tanto nos pavilhões como nas salas de desporto os valores de TR são considerados muito elevados, uma vez que o valor médio obtido para os pavilhões foi de 6 s com uma variação de 1 s e nas salas de desporto foi de 3 s com uma variação de 0,7 s. Segundo a norma francesa 90-207 (1996) e os

autores Nijs e Schuur (2003), os valores de TR deveriam situar-se entre 1 e 1,8 s. A IAKS (s/d), Zamarreño et al. (2011) e Hamayon (2006) propõem valores de TR entre 1,2 e 2,2 e por fim, indo de encontro ao proposto como conforto acústico neste estudo, estão os autores Wroblewska (2010), Isbert (1998), Pinto et al. 2002) e Conceição (2009) quando indicam o valor de TR de 1,5 s.

3.2.1.4. RESULTADOS OBTIDOS PARA O RASTI

Apresentam-se no Quadro 3.18 os resultados estatísticos básicos referentes aos valores médios obtidos do RASTI ((*Rapid Speed Transmission Index (RASTI)* - Inteligibilidade da Palavra)), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.18 - Descrição amostral para o parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da palavra) nos Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões mais 25 Salas de Desporto)

Variável RASTI				Amostra: 68 observações		
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
0,26	0,29	0,35	0,34	0,43	0,54	0,06

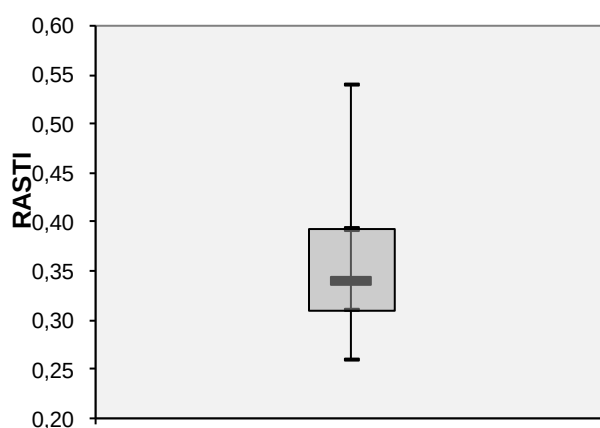


Figura 3.13 - Descrição amostral para o parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da palavra) nos cinquenta Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 Salas de Desporto)

No Quadro 3.18 observa-se que a média dos valores médios de RASTI nos PDE é 0,35, muito inferior (isto é, pior) ao que é recomendado pelos vários autores citados anteriormente, que referem um RASTI mínimo de 0,45 como o necessário para se atingir uma razoável inteligibilidade da palavra.

Verifica-se ainda que 75% das observações se encontram abaixo dos 0,43. Como refere Isbert (1998) e é apresentado na tabela de conversão nestas instalações, o RASTI médio deveria ser superior a 0,45. O valor máximo evidencia que o RASTI é sempre mais elevado perto da fonte sonora, à medida que se afasta da fonte sonora, o RASTI diminui.

Constata-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de RASTI. No entanto, 50% dos dados estão concentrados.

a) Pavilhões

Nos quadros Quadro 3.19 e Quadro 3.20 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do RASTI (*RASTI* - Inteligibilidade da Palavra), nos pavilhões, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Pela análise efetuada na totalidade dos pavilhões aos valores médios obtidos do parâmetro RASTI, verificou-se que todos têm um valor médio igual ou superior a 0,29 e inferior a 0,44. Verificou-se que só se obtiveram valores superiores a 0,45 no primeiro ponto medido, uma vez que estava muito próximo da fonte sonora (valores representados no Quadro 3.19 pelo valor máximo), notando-se que os valores de RASTI diminuem à medida que se aumenta a distância da fonte emissora (valores representados no Quadro 3.19 pelo valor mínimo).

O facto de nos pavilhões se apresentarem valores de RASTI tão baixos poderá ser justificado por serem muito reverberantes, pois o parâmetro RASTI depende muito da reverberação do local. O que se comprova ao observar que os valores de TR (tempo de reverberação) são muito elevados, com o valor mais baixo de 4,2 segundos e o mais elevado de 8,1 segundos, sendo que esta poderá ser a justificação para os baixos valores de RASTI encontrados, para além deste tipo de instalações serem munidas de uma grande volumetria.

Quadro 3.19 – Estatística simples dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro RASTI (Inteligibilidade da Palavra). A negrito estão assinalados os valores $\geq 0,45$.

PDE (Pavilhões)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
P1	T1	0,24	0,29	0,28	0,38	0,05
P2	T3	0,24	0,33	0,30	0,57	0,10
P5	T2	0,23	0,32	0,30	0,47	0,07
P6	T1	0,26	0,30	0,29	0,37	0,04
P7	T1	0,19	0,26	0,28	0,35	0,05
P8	T1	0,27	0,32	0,30	0,40	0,05
P9	T4	0,22	0,31	0,27	0,49	0,04
P10	T1	0,27	0,30	0,28	0,37	0,03
P11	T2	0,34	0,41	0,40	0,47	0,04
P12	T2	0,26	0,33	0,30	0,44	0,06
P13	T5	0,24	0,31	0,29	0,49	0,06
P14	T5	0,24	0,31	0,29	0,47	0,07
P15	T3	0,22	0,28	0,28	0,41	0,05
P16	T5	0,29	0,44	0,41	0,72	0,13
P17	T1	0,27	0,32	0,31	0,40	0,05
P18	T2	0,24	0,31	0,30	0,44	0,05
P19	T5	0,22	0,34	0,36	0,46	0,07
P20	T1	0,25	0,30	0,29	0,37	0,03
P21	T3	0,18	0,28	0,28	0,41	0,05
P22	T1	0,30	0,34	0,34	0,42	0,03
P23	T5	0,25	0,35	0,34	0,52	0,06
P24	T1	0,28	0,32	0,30	0,40	0,04
P25	T4	0,20	0,28	0,27	0,43	0,06
P26	T4	0,21	0,30	0,29	0,45	0,06
P27	T2	0,26	0,34	0,34	0,43	0,05
P28	T2	0,27	0,35	0,33	0,47	0,05
P30	T5	0,22	0,29	0,28	0,43	0,06
P31	T4	0,22	0,28	0,27	0,43	0,05
P32	T1	0,29	0,33	0,31	0,41	0,03
P33	T5	0,25	0,34	0,35	0,47	0,07
P35	T5	0,25	0,32	0,31	0,47	0,07
P36	T2	0,26	0,35	0,35	0,45	0,04
P37	T5	0,30	0,38	0,37	0,56	0,08
P39	T2	0,29	0,35	0,35	0,45	0,03
P40	T2	0,27	0,34	0,34	0,45	0,05
P41	T3	0,24	0,32	0,32	0,41	0,05
P42	T1	0,23	0,29	0,27	0,39	0,06
P43	T1	0,25	0,30	0,29	0,35	0,03
P44	T3	0,21	0,29	0,28	0,43	0,06
P45	T1	0,25	0,30	0,29	0,38	0,05
P46	T2	0,27	0,34	0,33	0,46	0,06
P47	T1	0,22	0,27	0,26	0,30	0,01
P48	T5	0,22	0,32	0,32	0,43	0,06

No Quadro 3.20 constata-se que o valor médio global obtido para este parâmetro observado foi de 0,32, inferior ao valor do parâmetro RASTI recomendado pela bibliografia consultada, que é de 0,45, podendo-se deduzir que a inteligibilidade da palavra é *medíocre*. Verificou-se ainda que em 90% das observações temos valores de RASTI inferiores a 0,35.

Quadro 3.20 - Descrição amostral para o parâmetro RASTI (Inteligibilidade da palavra) nos 43 Pavilhões

Variável RASTI				Amostra: 43 observações		
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
0,26	0,28	0,32	0,32	0,35	0,44	0,03

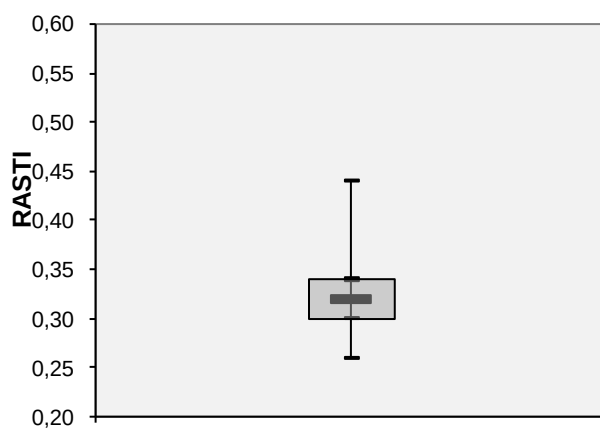


Figura 3.14 - Descrição amostral para o parâmetro RASTI (Inteligibilidade da palavra) nos 43 Pavilhões

Na Figura 3.14 observa-se que nos pavilhões, 50% dos dados estão concentrados e que os valores observados de RASTI são simétricos nestas instalações.

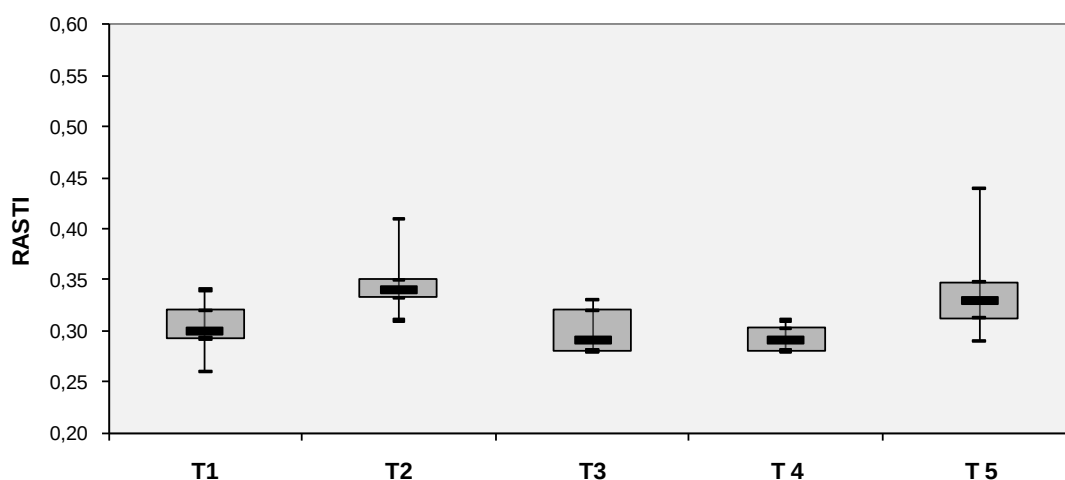
No Quadro 3.21 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do RASTI (*RSTI* - Inteligibilidade da Palavra) nos quarenta e três pavilhões nas diferentes tipologias, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.21 - Descrição amostral para o parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da palavra) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Variável <i>RASTI</i>							
Tipologia	Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro Padrão
T1 (14 observações)	0,26	0,28	0,30	0,30	0,33	0,34	0,02
T2 (10 observações)	0,31	0,32	0,34	0,34	0,36	0,41	0,03
T3 (5 observações)	0,28	0,28	0,30	0,29	0,33	0,33	0,02
T4 (4 observações)	0,28	0,28	0,29	0,29	0,31	0,31	0,02
T5 (14 observações)	0,29	0,31	0,34	0,33	0,39	0,44	0,04

No Quadro 3.21 observa-se que o *RASTI* médio obtido para os pavilhões de tipologia 1 e 3 foi de 0,30, podendo considerar-se a inteligibilidade da palavra *medíocre*. No que diz respeito às tipologias 2 e 5 verifica-se que o *RASTI* médio obtido para os pavilhões foi de 0,34 sendo a inteligibilidade da palavra *medíocre*. No que concerne aos pavilhões de tipologia 4 o *RASTI* médio obtido foi de 0,29, considerando-se a inteligibilidade da palavra *má*.

Constata-se que as diferentes tipologias apresentaram valores médios correspondentes a uma inteligibilidade da palavra *má* ou *medíocre*, isto é, menor que 0,45 como referido na tabela de conversão do *RASTI*, referenciada em capítulo anterior (e nem o valor máximo atinge os 0,45, valor mínimo recomendado pela bibliografia estudada).

Figura 3.15 – Descrição amostral para o parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da palavra) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Na Figura 3.15 observa-se que nos pavilhões, nas várias tipologias, 50% dos dados estão concentrados e que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de RASTI.

Conclui-se que independentemente da tipologia estudada, os valores de RASTI são muito semelhantes, sendo muito inferiores ao recomendado pela bibliografia, ou seja, um valor de RASTI igual ou superior a 0,45. Verificou-se o mesmo tipo de comportamento, valores de RASTI ligeiramente superiores perto da fonte emissora e à medida que o recetor se afasta diminui o valor de RASTI, piorando assim, a inteligibilidade da palavra. Permite concluir que a inteligibilidade da palavra nestas tipologias é pior, porque, são instalações com maiores volumes e com TR mais elevados.

b) Salas de Desporto

No Quadro 3.22 e Quadro 3.23 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do *RASTI* (*RASTI* - Inteligibilidade da Palavra), nas vinte e cinco salas de desporto existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Pela análise efetuada na totalidade das salas de desporto aos valores médios obtidos do parâmetro RASTI, verificou-se que todas as salas de desporto têm um valor médio igual ou superior a 0,35 e inferior a 0,54 e que o valor médio global obtido para este parâmetro (observado no Quadro 3.23) foi de 0,41, valor muito próximo do que é recomendado como conforto mínimo para este parâmetro. Observou-se também que só 12% das salas de desporto apresentam valores de RASTI igual ou superior a 0,45.

Quadro 3.22 – Estatística simples dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro RASTI (Inteligibilidade da Palavra). Valores a negrito indicam os valores $\geq 0,45$.

PDE (Salas de Desporto)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SD1	T1	0,33	0,37	0,36	0,45	0,04
SD3	GA	0,29	0,36	0,34	0,48	0,07
SD4	GA	0,38	0,44	0,44	0,53	0,05
SD6	T1	0,35	0,41	0,38	0,53	0,07
SD7	T1	0,39	0,46	0,44	0,57	0,06
SD8	T1	0,36	0,44	0,42	0,55	0,06
SD9	T4	0,38	0,43	0,41	0,52	0,05
SD10	T1	0,36	0,40	0,38	0,51	0,06
SD16	T5	0,29	0,35	0,34	0,42	0,04
SD17	T1	0,37	0,40	0,38	0,51	0,06
SD19	T5	0,33	0,35	0,34	0,36	0,01
SD20	T1	0,32	0,39	0,37	0,50	0,06
SD22	T1	0,38	0,44	0,42	0,54	0,05
SD24	T1	0,36	0,41	0,40	0,51	0,05
SD25	T4	0,34	0,37	0,35	0,46	0,05
SD26	T4	0,33	0,39	0,37	0,50	0,06
SD29	GA	0,31	0,36	0,36	0,43	0,04
SD31	T4	0,37	0,43	0,41	0,53	0,06
SD32	T1	0,36	0,41	0,41	0,49	0,04
SD34	GA	0,36	0,42	0,40	0,57	0,08
SD38	GA	0,48	0,54	0,55	0,60	0,04
SD42	T1	0,35	0,39	0,37	0,46	0,04
SD43	T1	0,32	0,39	0,38	0,49	0,05
SD45	T1	0,34	0,40	0,38	0,50	0,05
SD47	T1	0,41	0,45	0,45	0,49	0,02

De referir que pelos resultados médios obtidos se pode inferir que a inteligibilidade da palavra nas salas de desporto estudadas pode ser considerada *medíocre* em 88% dos casos e, em 12% destas instalações, *suficiente*, uma vez que se obteve valores de RASTI superior a 0,45, como referido na tabela de conversão do RASTI, apresentada em capítulo anterior.

Quadro 3.23 - Descrição amostral para o parâmetro RASTI (Inteligibilidade da palavra) nas 25 Salas de Desporto

Variável RASTI				Amostra: 25 observações		
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
0,35	0,36	0,41	0,40	0,45	0,54	0,04

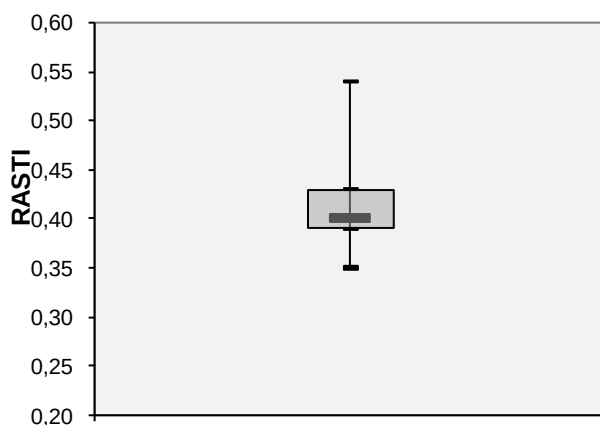


Figura 3.16 - Descrição amostral para o parâmetro *RASTI* (Inteligibilidade da palavra) nas 25 Salas de Desporto

Na Figura 3.16 observa-se ainda que nas salas de desporto, 50% dos dados estão concentrados e que a mediana está mais próxima do limite inferior, denotando-se uma ligeira assimetria.

c) Global

Salienta-se que, apesar dos resultados obtidos nas salas de desporto serem considerados mais elevados do que os valores obtidos nos pavilhões (talvez por terem volumes mais pequenos) verificou-se que à semelhança do que acontecia nos pavilhões, no primeiro ponto medido os valores obtidos de *RASTI* eram mais elevados, uma vez que o recetor estava mais próximo da fonte emissora; à medida que se aumentou a distância da fonte emissora, observa-se que os valores de *RASTI* diminuía.

O facto de nos pavilhões e salas de desporto se apresentarem valores de *RASTI* baixos poderá ser justificado devido a este tipo de instalações desportivas serem muito reverberantes, pois o parâmetro *RASTI* depende da reverberação do local. O que se comprova ao verificar-se que os valores de *TR* (tempo de reverberação) são muito elevados.

Poderá concluir-se que esta semelhança de comportamento, em ambas as instalações, deve-se a estas serem munidas do mesmo tipo de material (muito reverberante), tornando-se secundário a sua volumetria. No entanto, nos pavilhões a média do valor de *RASTI* foi de 0,32 com uma variação de 0,03,

nas salas de desporto 0,44 com uma variação de 0,04, verificando-se uma diferença de RASTI de 0,12 que pode ser explicada devido às salas de desporto serem de menores dimensões e maior absorção (menor TR), permitindo uma melhor inteligibilidade da palavra do que nos pavilhões. Verifica-se que o conforto mínimo ($\geq 0,45$) estipulado para os valores de RASTI não é conseguido, os autores Zamarreño et al. (2011) e Isbert (1998) corroboram com esta recomendação quando indicam valores superiores a 0,45 como valor mínimo aceitável.

3.2.2. PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS NAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS ESCOLARES

3.2.2.1. RESULTADOS OBTIDOS PARA A VENTILAÇÃO AO NÍVEL DO SOLO

No que concerne ao parâmetro Ventilação, foi medida a velocidade do ar (m/s) junto das janelas e à altura média dos alunos. No entanto, os valores apresentados serão só relativos à Ventilação no solo. Como os valores retirados são muito homogéneos, considerou-se a ventilação no solo mais relevante, pois é retirada à altura média dos utilizadores. Apresentam-se os resultados relativos às sessenta e oito instalações no seu global e posteriormente aos quarenta e três pavilhões mais as vinte e cinco salas de desporto em separado. Os resultados por tipologia não serão apresentados dado que são muito pouco heterogéneos.

Apresenta-se no Quadro 3.24 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do parâmetro Ventilação no solo (m/s), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados (Pavilhões mais Salas de Desporto).

No Quadro 3.24 observa-se que a média da Ventilação no solo nos cinquenta PDE é 0,09 m/s, muito inferior ao que é recomendado pelos vários autores citados anteriormente, que referem que a velocidade do ar não deve ultrapassar os 2 m/s. Verifica-se que até o valor máximo obtido está dentro dos valores recomendados na bibliografia estudada.

Quadro 3.24 - Descrição amostral para o parâmetro Ventilação no solo (m/s) nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 Salas de Desporto)

Variável Ventilação				Amostra: 68 observações		
Medidas Descritivas (m/s)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
0,04	0,05	0,09	0,08	0,15	0,32	0,05

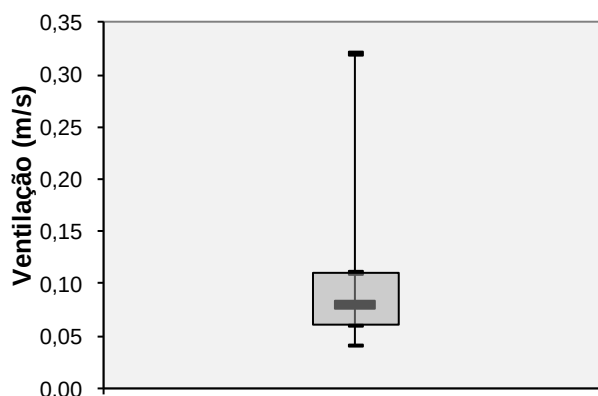


Figura 3.17 - Descrição amostral para o parâmetro Ventilação no solo (m/s) nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 Salas de Desporto)

No Quadro 3.24 observa-se que a média da Ventilação no solo nos cinquenta PDE é 0,09 m/s, muito inferior ao que é recomendado pelos vários autores citados anteriormente, que referem que a velocidade do ar não deve ultrapassar os 2 m/s. Verifica-se que até o valor máximo obtido está dentro dos valores recomendados na bibliografia estudada.

Constata-se na Figura 3.17 que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de Ventilação no solo. No entanto, 50% dos dados estão concentrados.

a) Pavilhões

No Quadro 3.25 e Quadro 3.26 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Ventilação no solo (m/s), nos quarenta e três pavilhões existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.25 - Estatística simples dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro Ventilação (m/s) no solo.

PDE (Pavilhões)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
P1	T1	0,03	0,05	0,03	0,10	0,04
P2	T3	0,09	0,11	0,11	0,13	0,02
P5	T2	0,02	0,05	0,02	0,10	0,05
P6	T1	0,04	0,09	0,05	0,17	0,07
P7	T1	0,04	0,05	0,05	0,06	0,01
P8	T1	0,06	0,11	0,09	0,19	0,07
P9	T4	0,02	0,05	0,03	0,10	0,04
P10	T1	0,04	0,08	0,09	0,10	0,03
P11	T2	0,06	0,32	0,42	0,48	0,23
P12	T2	0,06	0,15	0,19	0,21	0,08
P13	T5	0,07	0,08	0,08	0,09	0,01
P14	T5	0,05	0,08	0,09	0,10	0,03
P15	T3	0,03	0,04	0,03	0,06	0,02
P16	T5	0,02	0,08	0,05	0,16	0,07
P17	T1	0,05	0,06	0,06	0,08	0,02
P18	T2	0,04	0,05	0,05	0,06	0,01
P19	T5	0,04	0,05	0,06	0,06	0,01
P20	T1	0,04	0,06	0,05	0,09	0,03
P21	T3	0,05	0,06	0,06	0,06	0,01
P22	T1	0,06	0,09	0,07	0,13	0,04
P23	T5	0,07	0,22	0,30	0,30	0,13
P24	T1	0,05	0,06	0,06	0,08	0,02
P25	T4	0,04	0,12	0,16	0,16	0,07
P26	T4	0,05	0,06	0,06	0,06	0,01
P27	T2	0,18	0,25	0,25	0,33	0,08
P28	T2	0,06	0,08	0,06	0,13	0,04
P30	T5	0,04	0,05	0,05	0,05	0,01
P31	T4	0,06	0,08	0,07	0,12	0,03
P32	T1	0,07	0,09	0,08	0,11	0,02
P33	T5	0,04	0,08	0,07	0,14	0,05
P35	T5	0,05	0,08	0,08	0,10	0,03
P36	T2	0,07	0,08	0,07	0,11	0,02
P37	T5	0,04	0,06	0,06	0,07	0,02
P39	T2	0,07	0,11	0,13	0,13	0,03
P40	T2	0,06	0,07	0,06	0,09	0,02
P41	T3	0,07	0,08	0,08	0,10	0,02
P42	T1	0,05	0,07	0,06	0,10	0,03
P43	T1	0,05	0,11	0,06	0,23	0,10
P44	T3	0,06	0,09	0,09	0,12	0,03
P45	T1	0,06	0,07	0,07	0,09	0,02
P46	T2	0,06	0,14	0,15	0,21	0,08
P47	T1	0,05	0,07	0,05	0,11	0,03
P48	T5	0,06	0,07	0,06	0,08	0,01

Pela análise efetuada na totalidade dos pavilhões aos valores médios obtidos do parâmetro Ventilação de solo, verificou-se que 77% dos pavilhões têm um valor médio inferior a 0,10 m/s, 21% dos pavilhões apresentaram valores

médios superiores a 0,10 m/s e inferiores a 0,25 m/s e 2% acima dos 0,25 m/s. Observou-se que nenhum pavilhão ultrapassa a máxima velocidade do ar recomendada pela bibliografia de 2 m/s. No Quadro 3.26 verifica-se que a média dos pavilhões é de 0,09 com uma variação de 0,05.

Quadro 3.26 - Descrição amostral para o parâmetro Ventilação no solo (m/s) nos 43 Pavilhões

Variável Ventilação				Amostra: 43 observações		
Medidas Descritivas (m/s)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
0,04	0,05	0,09	0,08	0,14	0,32	0,05

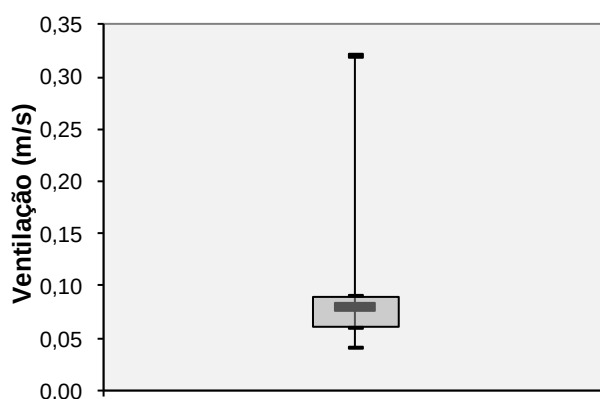


Figura 3.18 - Descrição amostral para o parâmetro Ventilação no solo (m/s) nos 43 Pavilhões

Na Figura 3.18 constata-se que a mediana aproxima-se mais do limite superior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de Ventilação no solo. No entanto, 50% dos dados estão concentrados.

b) Salas de Desporto

No Quadro 3.27 e Quadro 3.28 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Ventilação no solo (m/s), nas vinte e cinco salas de desporto existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

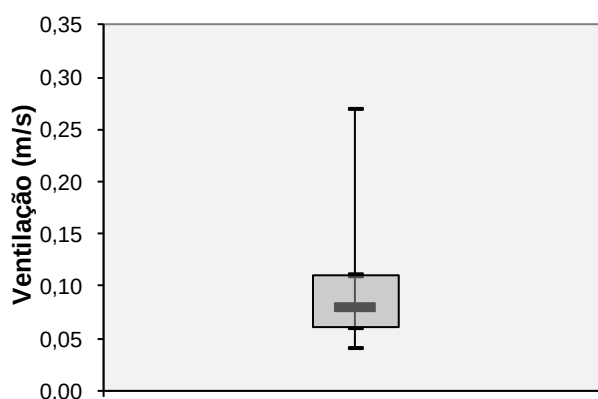
Quadro 3.27 – Estatística simples dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro Ventilação (m/s) no solo.

PDE (Salas de Desporto)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SD1	T1	0,02	0,04	0,02	0,08	0,03
SD3	GA	0,03	0,08	0,07	0,13	0,05
SD4	GA	0,07	0,18	0,23	0,24	0,10
SD6	T1	0,04	0,05	0,05	0,05	0,01
SD7	T1	0,02	0,11	0,07	0,23	0,11
SD8	T1	0,02	0,06	0,04	0,12	0,05
SD9	T4	0,02	0,09	0,04	0,21	0,10
SD10	T1	0,04	0,17	0,07	0,41	0,21
SD16	T5	0,03	0,09	0,07	0,18	0,08
SD17	T1	0,05	0,06	0,06	0,08	0,02
SD19	T5	0,09	0,11	0,11	0,13	0,02
SD20	T1	0,06	0,07	0,06	0,09	0,02
SD22	T1	0,06	0,16	0,17	0,26	0,10
SD24	T1	0,05	0,06	0,06	0,06	0,01
SD25	T4	0,06	0,27	0,07	0,68	0,36
SD26	T4	0,08	0,13	0,10	0,22	0,08
SD29	GA	0,04	0,06	0,06	0,07	0,02
SD31	T4	0,10	0,15	0,16	0,20	0,05
SD32	T1	0,05	0,07	0,05	0,10	0,03
SD34	GA	0,05	0,10	0,07	0,17	0,06
SD38	GA	0,04	0,06	0,07	0,08	0,02
SD42	T1	0,06	0,06	0,06	0,07	0,01
SD43	T1	0,04	0,11	0,06	0,22	0,10
SD45	T1	0,07	0,08	0,08	0,08	0,01
SD47	T1	0,04	0,06	0,04	0,10	0,03

Nas salas de desporto verificou-se que os valores médios obtidos do parâmetro Ventilação de solo foram muito semelhantes aos obtidos nos pavilhões. Observou-se que 60% das salas de desporto têm um valor médio inferior a 0,10 m/s, 36% das salas de desporto apresentaram valores médios superiores a 0,10 m/s e inferiores a 0,20 m/s e 4% acima dos 0,20 m/s. Observou-se que nenhuma sala de desporto ultrapassa a velocidade do ar recomendada pela bibliografia de 2 m/s. No Quadro 3.28 verifica-se que a média dos pavilhões é de 0,10 m/s com uma variação de 0,05 m/s.

Quadro 3.28 - Descrição amostral para o parâmetro Ventilação no solo (*m/s*) nas 25 Salas de Desporto

Variável Ventilação				Amostra: 25 observações		
Medidas Descritivas (m/s)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
0,04	0,06	0,10	0,08	0,17	0,27	0,05

Figura 3.19 - Descrição amostral para o parâmetro Ventilação no solo (*m/s*) nas 25 Salas de Desporto

No diagrama da Figura 3.19 constata-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados de Ventilação no solo. No entanto, 50% dos dados estão concentrados.

c) Global

Conclui-se que tanto nos pavilhões como nas salas de desporto a média da Ventilação é inferior a 0,10 *m/s*, podendo-se constatar que na instalação desportiva a velocidade do ar não causa incómodo aos utentes, não existem correntes de ar nas instalações desportivas, os valores médios obtidos são bastante inferiores ao recomendado pelo IND (*s/d*), IAKS (*s/d*) e os autores El-Kadi e Fanny 2003, que é uma velocidade do ar inferior a 2 *m/s*.

3.2.2.2. RESULTADOS OBTIDOS PARA A TEMPERATURA INTERIOR

São apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Temperatura Interior ($^{\circ}\text{C}$), nas diferentes tipologias dos quarenta e três pavilhões e nas vinte e cinco salas de desporto existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados. Estes valores foram retirados no Inverno, especificamente, nos meses de Janeiro e Fevereiro.

Apresenta-se no Quadro 3.29 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do parâmetro Temperatura Interior ($^{\circ}\text{C}$), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.29 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior ($^{\circ}\text{C}$) no Inverno, nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 Salas de Desporto)

Escolares (45 Pavilhões + 25 Salas de Desporto)						
Variável Temperatura Interior				Amostra: 68 observações		
Medidas Descritivas (°C)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
8,0	10,0	13,3	13,0	17,0	19,0	2,4

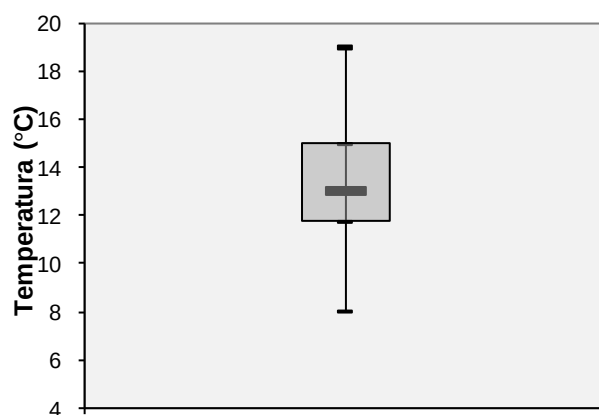


Figura 3.20 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior ($^{\circ}\text{C}$) nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 Salas de Desporto)

No Quadro 3.29 verifica-se que a média da Temperatura Interior medidas nos PDE é de 13 $^{\circ}\text{C}$, muito inferior ao que é recomendado pelos vários autores citados na bibliografia estudada, os quais se encontram de acordo ao referir que a temperatura interior no Inverno deve-se situar entre os 18 e os 20 $^{\circ}\text{C}$ ((ASHRAE (1995), ACSM (1997) e CIB (2004)). Romo (2007) refere que a

temperatura ambiente em instalações desportivas deve ser prevista de acordo com o tipo de atividade e a intensidade da mesma. O autor recomenda valores entre os 15 e os 18 °C para os desportos coletivos (basquetebol, voleibol, futebol, etc.) e temperaturas iguais ou superiores a 20 °C para os desportos individuais no Inverno, valores superiores aos obtidos neste estudo.

Na Figura 3.20 constata-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados e que 50% dos dados estão concentrados.

a) Pavilhões

No Quadro 3.30 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos, da Temperatura Interior e Exterior (°C), nas diferentes tipologias dos quarenta e três pavilhões, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Ao analisar o Quadro 3.30 verifica-se que 7% dos pavilhões obtiveram valores médios inferiores a 10 °C. Entre os 10 e os 12 °C situam-se 33% dos pavilhões. Em 42% dos pavilhões foram observados valores médios entre 13 e 15 °C; verificou-se ainda que em 16% dos pavilhões obteve-se temperaturas interiores de 16 e 17 °C. Somente em um pavilhão se verificou um valor médio de 18 °C, valor considerado como conforto térmico mínimo recomendado por vários autores, tais como, ASHRAE (1995), ACSM (1997) e CIB (2004).

Quadro 3.30 - Estatística simples dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro Temperatura (°C).

PAVILHÕES	TIPOLOGIA	TI MÉDIA EXT. (°C)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)				DESVIO PADRÃO
			MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	
P1	T1	9	9	13	13	13	0,1
P2	T3	14	14	14	14	16	0,2
P5	T2	12	11	11	11	12	0,3
P6	T1	13	13	16	15	16	0,2
P7	T1	14	11	12	12	14	0,4
P8	T1	5	4	9	9	9	0,1
P9	T4	8	10	10	10	11	0,2
P10	T1	14	14	15	15	15	0,1
P11	T2	8	9	9	9	9	0,1
P12	T2	15	15	15	15	15	0,1
P13	T5	8	10	12	12	12	0,3
P14	T5	17	14	16	16	18	0,1
P15	T3	8	8	13	13	13	0,3
P16	T5	9	10	10	10	10	0,1
P17	T1	10	13	14	14	15	0,2
P18	T2	8	10	11	11	12	0,3
P19	T5	8	10	10	10	11	0,2
P20	T1	14	13	14	14	14	0,1
P21	T3	9	11	12	12	14	0,3
P22	T1	16	13	13	13	17	0,4
P23	T5	15	14	14	14	15	0,4
P24	T1	17	14	14	14	18	0,4
P25	T4	5	11	11	11	12	0,3
P26	T4	13	14	14	14	14	0,1
P27	T2	10	9	10	10	11	0,2
P28	T2	16	17	17	17	19	0,6
P30	T5	14	13	14	14	15	0,4
P31	T4	17	16	17	17	18	0,5
P32	T1	11	9	12	12	13	0,7
P33	T5	12	11	11	12	12	0,3
P35	T5	12	11	15	15	16	0,4
P36	T2	10	11	11	11	11	0,1
P37	T5	10	9	14	14	14	0,4
P39	T2	21	17	18	18	22	0,9
P40	T2	15	16	17	17	17	0,2
P41	T3	19	15	15	15	19	0,2
P42	T1	14	13	13	13	14	0,3
P43	T1	11	11	13	13	14	0,2
P44	T3	10	12	13	13	13	0,3
P45	T1	19	16	17	17	20	0,3
P46	T2	7	8	8	8	9	0,4
P47	T1	13	11	12	12	13	0,2
P48	T5	18	15	16	16	20	0,5

Ao analisar a Temperatura Exterior verifica-se que os valores obtidos são muito semelhantes aos valores obtidos no interior das instalações desportivas, como se pode observar na Figura 3.21.

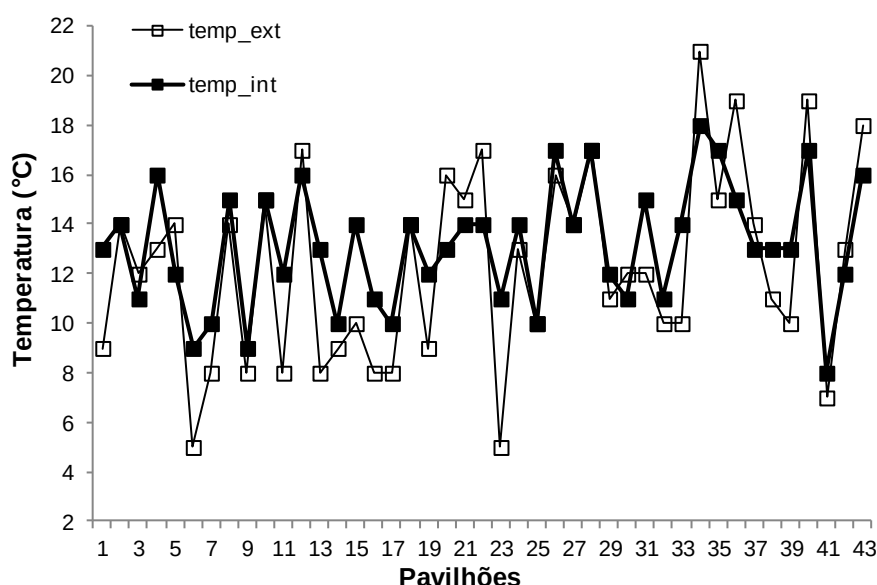


Figura 3.21 – Valores médios obtidos nos 43 pavilhões para o parâmetro Temperatura (°C), comparando a temperatura interior (°C) com a temperatura exterior (°C).

Ao observar a Figura 3.21 constata-se que a temperatura exterior e interior têm o mesmo tipo de comportamento, ou seja, a temperatura que se faz sentir no exterior é a mesma que se faz sentir no interior da instalação.

Poderá considerar-se que estas instalações não apresentam isolamento térmico ou que este é insuficiente.

No Quadro 3.31 verifica-se que a média obtida das Temperaturas Interiores médias para os quarenta e três pavilhões é de 13 °C, valor semelhante ao observado no exterior. As temperaturas interiores que se fazem sentir nos pavilhões são muito baixas para a atividade física que se pratica nestas instalações podendo colocar em risco alunos, professores e outros utilizadores, uma vez que, por um lado, poderão condicionar ou dificultar a prática desportiva e por outro causar incómodo fisiológico, articular e psicológico aos utentes. Reforça-se que as temperaturas interiores adequadas no Inverno, recomendadas pelos diversos autores citados são de 18 a 20 °C.

Quadro 3.31 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior (°C) nos 43 Pavilhões

Variável Temperatura Interior				Amostra: 43 observações		
Medidas Descritivas (°C)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
8,0	10,0	13,1	13,0	16,8	18,0	2,5

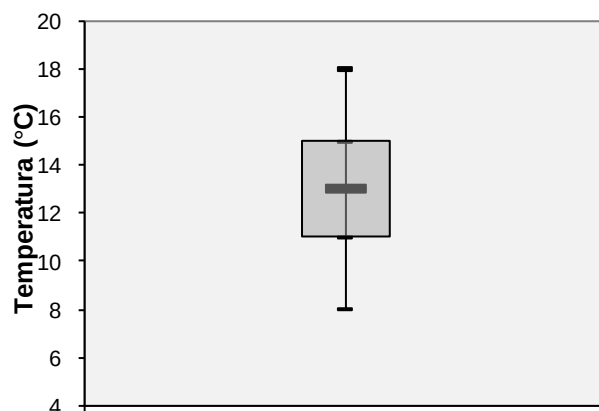


Figura 3.22 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior (°C) nos 43 Pavilhões

Na Figura 3.22 observa-se que nos pavilhões, 50% dos dados estão concentrados e que os valores observados da Temperatura Interior são simétricos nestas instalações.

No Quadro 3.32 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Temperatura Interior (°C) nos quarenta e três pavilhões, nas diferentes tipologias (T1 a T5), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

O Quadro 3.32 evidencia que a Temperatura Interior média obtida para os pavilhões das tipologias 1, 3, 4 e 5 são muito semelhantes, situando-se entre os valores médios 13, 0 e 13,4, sendo que nem o valor máximo atinge os 18 °C, valor recomendado pela bibliografia estudada. No que se refere à tipologia 2, observa-se que a Temperatura Interior média obtida foi de 12,7 °C, valor aproximado aos valores obtidos nas outras tipologias. No entanto, verifica-se que o valor máximo atinge os 18 °C, valor recomendado pela bibliografia estudada.

Quadro 3.32 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior (°C) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Variável Temperatura Interior							
Medidas Descritivas (°C)							
Tipologia	Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro Padrão
T1 (14 observações)	9,0	12,0	13,4	13,0	15,7	17,0	1,9
T2 (10 observações)	8,0	8,9	12,7	11,0	17,1	18,0	3,7
T3 (5 observações)	12,0	12,4	13,4	13,0	14,6	15,0	1,1
T4 (4 observações)	10,0	10,3	13,0	12,5	16,1	17,0	3,2
T5 (14 observações)	10,0	10,0	13,2	14,0	16,0	16,0	2,3

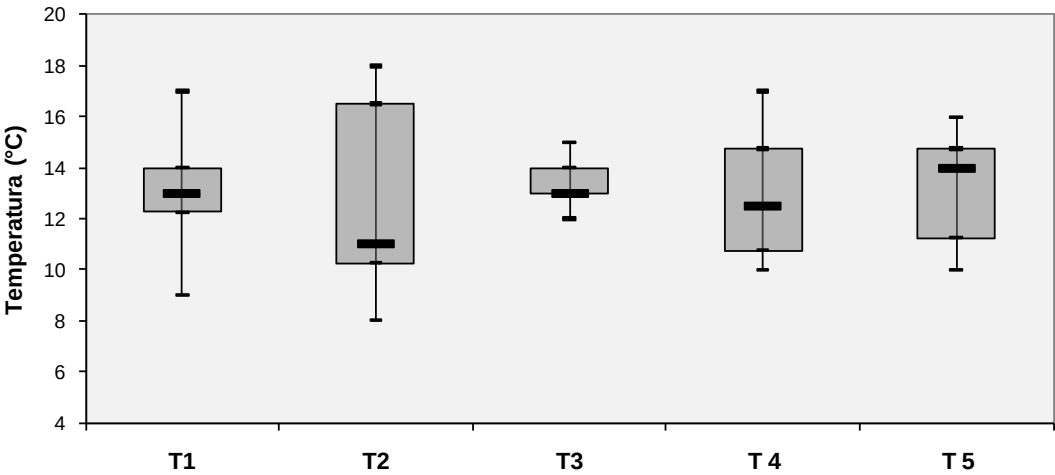


Figura 3.23 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior (°C) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Na Figura 3.23 constata-se que nos pavilhões de tipologia 1, 50% dos dados estão concentrados e que a mediana evidencia que os valores observados da Temperatura Interior são simétricos.

No que se refere à tipologia 2 verifica-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados da Temperatura Interior e que existe alguma dispersão nos dados retirados.

Nas tipologias 3, 4 e 5 observa-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados da Temperatura Interior e que 50% dos dados estão concentrados.

b) Salas de Desporto

No Quadro 3.33 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Temperatura Interior e Exterior (°C), nas vinte e cinco salas de desporto, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.33 – Estatística simples dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro Temperatura (°C).

SALAS DE DESPORTO	TIPOLOGIA	TI MÉDIA EXT. (°C)	TEMPERATURA INTERIOR (°C)				DESVIO PADRÃO
			MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	
SD1	T1	7	11	12	12	12	0,1
SD3	GA	11	11	13	12	13	0,2
SD4	GA	13	12	13	13	14	0,2
SD6	T1	14	14	17	17	18	0,5
SD7	T1	13	12	13	13	13	0,2
SD8	T1	6	11	11	11	11	0,1
SD9	T4	8	8	8	8	9	0,2
SD10	T1	14	14	15	15	15	0,1
SD16	T5	9	12	12	12	12	0,1
SD17	T1	10	13	13	13	13	0,2
SD19	T5	7	7	14	14	14	0,4
SD20	T1	14	14	14	14	14	0,1
SD22	T1	7	7	11	11	11	0,4
SD24	T1	14	10	13	12	15	0,6
SD25	T4	6	11	11	11	12	0,2
SD26	T4	13	14	15	15	15	0,2
SD29	GA	14	14	16	16	18	0,3
SD31	T4	18	15	18	18	20	1,3
SD32	T1	4	11	11	11	11	0,3
SD34	GA	13	12	15	15	15	0,1
SD38	GA	13	13	14	14	14	0,2
SD42	T1	16	14	14	14	17	0,3
SD43	T1	12	11	13	14	14	0,1
SD45	T1	22	16	19	19	22	0,8
SD47	T1	8	7	13	13	14	0,4

Ao analisar o Quadro 3.33 verifica-se que 4% das salas de desporto obtiveram valores médios inferiores a 10 °C. Entre os 10 e os 12 °C situam-se 24% das salas de desporto. Em 56% das salas de desporto foram observados valores médios entre 13 e 15 °C e verificou-se ainda que em 8% dos pavilhões obteve-se temperaturas interiores de 16 e 17 °C. Somente em duas salas de desporto se verificaram valores médios superiores a 18 °C, valor considerado como conforto térmico mínimo recomendado por vários autores, tais como, ASHRAE (1995), ACSM (1997) e CIB (2004). No Quadro 3.34 verifica-se que a média

obtida da Temperatura Interior para todas as salas de desporto é de 13,5 °C, valor semelhante ao observado no exterior e nos pavilhões como se pode observar na Figura 3.24.

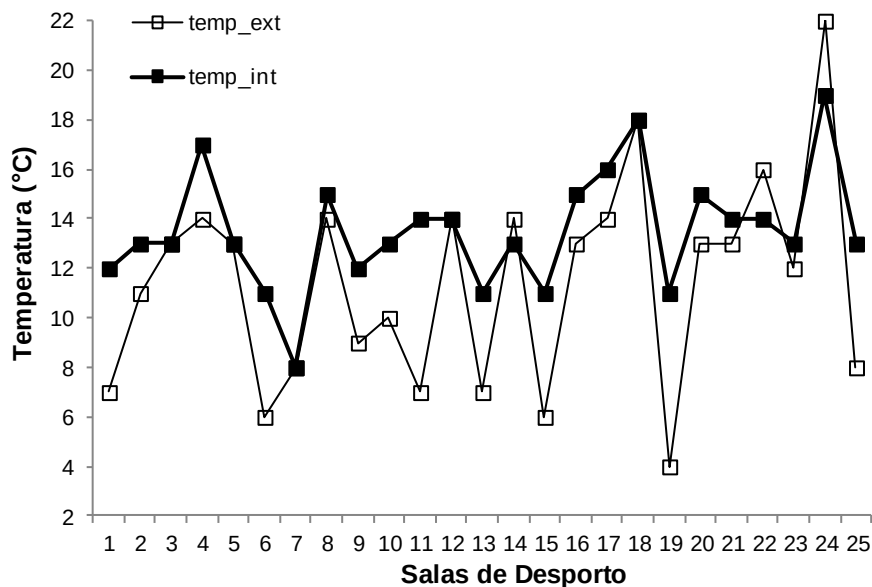


Figura 3.24 – Valores médios obtidos nas 25 salas de desporto para o parâmetro Temperatura (°C), comparando a temperatura interior (°C) com a temperatura exterior (°C).

Ao observar a Figura 3.24 constata-se que a temperatura exterior e interior têm o mesmo tipo de comportamento, ou seja, a temperatura que se faz sentir no exterior é a mesma que se faz sentir no interior da instalação.

Poderá considerar-se que estas instalações não apresentam isolamento térmico ou que este é insuficiente.

Quadro 3.34 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior (°C) nas 25 Salas de Desporto

Variável Temperatura Interior				Amostra: 25 observações		
Medidas Descritivas (°C)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
8,0	11,0	13,5	13,0	16,6	19,0	2,4

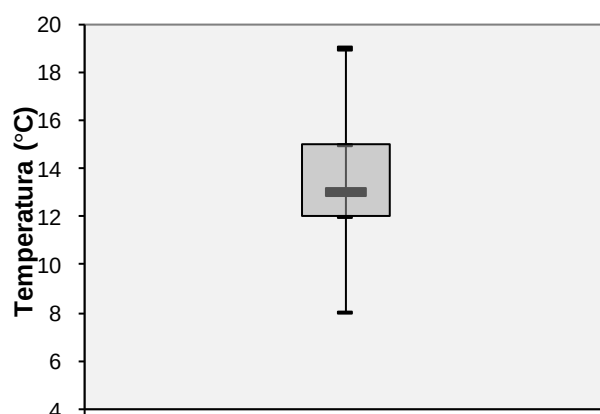


Figura 3.25 - Descrição amostral para o parâmetro Temperatura Interior (°C) nas 25 Salas de Desporto

No que se refere às salas de desporto, verifica-se que 50% dos dados estão concentrados e como a mediana está próxima do limite inferior da caixa, os valores observados de *TI* são ligeiramente assimétricos.

c) Global

À semelhança do que aconteceu nos pavilhões, ao analisar a Temperatura Exterior nas salas de desporto, verifica-se que os valores obtidos são muito semelhantes aos valores obtidos no interior das instalações desportivas. Tal como nos pavilhões, poderá considerar-se que estas instalações não apresentam isolamento térmico ou que este é insuficiente, uma vez que o comportamento térmico exterior é muito semelhante ao interior.

Conclui-se que as temperaturas interiores que se fazem sentir tanto nas salas de desporto (13,5 °C com uma variação de 2,5 °C) como nos pavilhões (13 °C com uma variação de 2,4 °C) são muito baixas para a atividade física que se pratica nestas instalações podendo colocar em risco alunos, professores e outros utilizadores, uma vez que, por um lado, poderão condicionar ou dificultar a prática desportiva e por outro poderão causar incómodo fisiológico, articular e psicológico aos utentes. Reforça-se que, as temperaturas interiores adequadas, no Inverno, recomendadas pelos diversos autores estudados são de 18 a 20 °C.

Nos pavilhões, nas diferentes tipologias, verifica-se o mesmo tipo de comportamento, os valores médios são sempre inferiores a 18 °C.

Após a análise dos resultados verifica-se que tanto nos pavilhões como nas salas de desporto as temperaturas são muito baixas, muito inferiores ao recomendado pela ASHRAE (1995), ACSM (1997), CIB (2004), o RCCTE (2006) e Romo (2007). Neste tipo de instalações deveria existir maior conforto térmico, sendo de salientar o risco de lesões que temperaturas demasiado baixas podem implicar no início do desenvolvimento de um esforço. As condições térmicas ambientais influenciam frequentemente o esforço físico. Fazer exercício com elevadas ou baixas temperaturas impõe uma pesada carga sobre os mecanismos que regulam a temperatura corporal. Temperaturas baixas poderão causar problemas de circulação, tremuras, destreza e força reduzida.

Segundo Romo (2007) o ideal para adquirir conforto térmico seria conseguir temperaturas adequadas a cada tipo de modalidade e respetiva intensidade, ou seja, quanto maior for a intensidade da atividade, menor seria a necessidade de ter temperaturas elevadas e vice-versa. No entanto, nas instalações desportivas escolares, na maior parte das vezes, estão a decorrer diferentes tipos de modalidades, pelo que se torna quase impossível de conseguir condições térmicas ideais. Assim sendo e após a análise dos resultados, os valores recomendados para temperatura ambiente no Inverno, nestas instalações desportivas, baseados também na bibliografia estudada, deverão situar-se entre os 18 °C e 20°C, para se conseguir conforto térmico na prática das atividades físicas.

O RCCTE (2006) no artigo 14º na alínea a) refere que as condições ambientes de conforto de referência para edifícios são uma temperatura do ar de 20°C para a estação de aquecimento e uma temperatura de ar de 25°C e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento.

3.2.2.3. RESULTADOS OBTIDOS PARA A HUMIDADE RELATIVA INTERIOR

Neste ponto são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Humidade Relativa Interior (%), nas diferentes tipologias dos quarenta e três pavilhões e nas vinte e cinco salas de desporto existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados. Estes valores foram retirados no Inverno, especificamente, nos meses de Janeiro e Fevereiro.

Apresenta-se no Quadro 3.35 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do parâmetro Humidade Relativa Interior (%), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.35 - Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nos 50 Parques Desportivos Escolares

Variável Humidade Interior				Amostra: 68 observações		
Medidas Descritivas (%)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
47	56	72	72	87	92	11

No Quadro 3.35 verifica-se que a média da Humidade Relativa Interior média nos PDE é de 72 %, muito superior ao que é recomendado pelos vários autores citados na bibliografia estudada, os quais partilham da mesma opinião ao referir que a Humidade Relativa interior no inverno deve-se situar entre os 40 e os 60 % segundo a ACSM (1997) ou $\leq 50\%$ segundo a APIRAC (2002). O valor médio ultrapassa pois o recomendado como o conforto mínimo para o parâmetro Humidade Relativa que é de 50 a 60%.

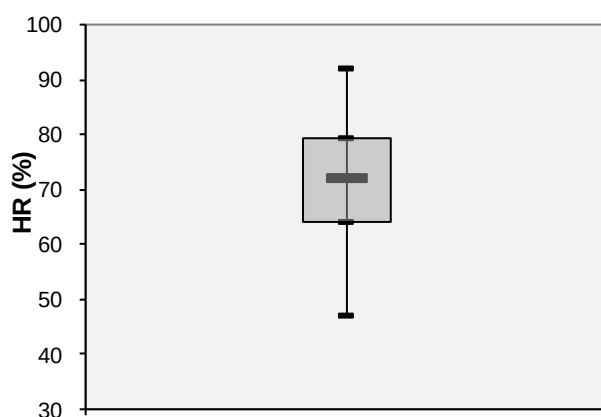


Figura 3.26 - Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nos 50 Parques Desportivos Escolares

Na Figura 3.26 constata-se que a mediana se situa no meio da caixa, evidenciando uma simetria nos valores observados e que 50% dos dados estão concentrados.

a) Pavilhões

No Quadro 3.36 e Quadro 3.37 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Humidade Relativa Interior e Exterior (%), nas diferentes tipologias dos quarenta e três pavilhões, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Ao analisar o Quadro 3.36 verifica-se que só 2% dos pavilhões obtiveram valores médios inferiores a 50% e que somente 16% se encontram no intervalo recomendado por este estudo, de 50 a 60% de HR Interior. Entre 60 e 80% situam-se 61% dos pavilhões, a HR Interior já ultrapassa o recomendado e é considerada elevada. Superior a 80% observa-se que estão 21%, HR Interior considerado uma HR interior muito elevada. Pode-se concluir que 82% dos pavilhões não estão de acordo com o recomendado pela bibliografia estudada e pelo estipulado neste estudo como conforto mínimo para o parâmetro Humidade Relativa Interior, ou seja, 50-60%.

Quadro 3.36 – Estatística simples dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro Humidade Relativa (%).

PAVILHÕES	TIPOLOGIA	HR MÉDIA EXT. (%)	HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%)				DESVIO PADRÃO
			MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	
P1	T1	77	74	79	79	85	0,4
P2	T3	65	63	80	80	81	1,4
P5	T2	85	82	87	87	96	1,5
P6	T1	72	66	68	68	80	1,0
P7	T1	47	47	55	55	58	0,6
P8	T1	75	69	69	69	82	0,5
P9	T4	51	57	57	57	58	0,6
P10	T1	95	87	92	92	96	0,9
P11	T2	80	79	80	80	81	0,8
P12	T2	76	75	76	77	77	0,3
P13	T5	67	42	59	58	90	1,3
P14	T5	45	44	60	61	90	0,8
P15	T3	63	58	67	67	78	1,1
P16	T5	88	84	85	86	86	0,8
P17	T1	78	65	69	69	80	1,0
P18	T2	82	64	77	77	78	0,9
P19	T5	69	64	68	68	70	1,1
P20	T1	97	89	89	89	92	0,8
P21	T3	67	63	78	79	85	2,2
P22	T1	53	43	57	58	92	1,1
P23	T5	60	60	66	66	67	1,0
P24	T1	57	50	66	66	93	1,1
P25	T4	86	70	73	73	76	1,6
P26	T4	94	88	89	89	89	0,3
P27	T2	65	62	63	63	94	0,4
P28	T2	87	78	84	85	87	1,9
P30	T5	65	63	75	74	95	0,7
P31	T4	38	51	54	55	56	1,2
P32	T1	63	59	62	62	95	2,0
P33	T5	97	86	88	88	92	1,7
P35	T5	78	71	74	73	87	1,8
P36	T2	87	83	83	83	86	0,6
P37	T5	82	68	70	70	84	1,2
P39	T2	40	45	51	50	54	2,0
P40	T2	66	62	64	64	91	1,7
P41	T3	47	46	66	66	94	1,0
P42	T1	51	51	74	74	92	0,9
P43	T1	90	80	85	84	92	1,3
P44	T3	76	65	67	68	93	0,7
P45	T1	41	41	63	63	90	2,2
P46	T2	71	70	72	72	74	0,7
P47	T1	61	61	74	74	78	0,4
P48	T5	39	39	47	47	80	0,7

Ao analisar a Humidade Relativa Exterior verifica-se que os valores obtidos são muito semelhantes aos obtidos no interior das instalações desportivas. Poderá considerar-se que estas instalações não apresentam isolamento térmico, ou

que este é insuficiente, uma vez que o comportamento da Humidade Relativa Exterior é muito semelhante à do interior, como se pode observar na Figura 3.27.

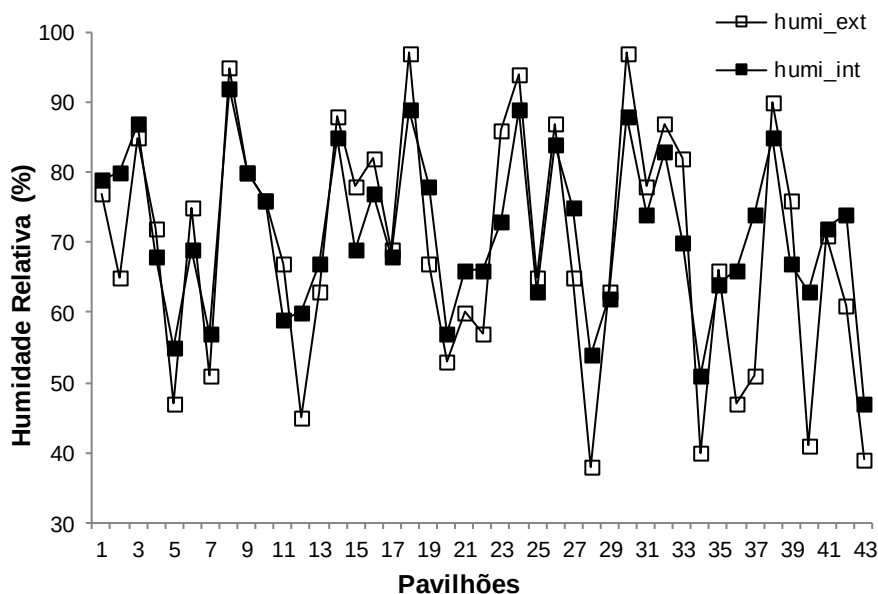


Figura 3.27 – Valores médios obtidos nos 43 pavilhões para o parâmetro Humidade Relativa (%), comparando a humidade relativa interior (%) com a humidade relativa exterior (%).

No Quadro 3.37 verifica-se que a média obtida da Humidade Relativa Interior para todos os pavilhões é de 71%, valor semelhante ao observado no exterior. Constata-se que humidade relativa interior tem um comportamento semelhante à humidade relativa exterior, ou seja, a humidade relativa que se faz sentir no exterior é a mesma que se faz sentir no interior da instalação desportiva. Os valores de HR Interior são considerados elevados para a atividade física que se pratica nestas instalações podendo colocar em risco alunos, professores e outros utilizadores, uma vez que por um lado, poderão condicionar ou dificultar a prática desportiva e por outro lado poderão causar incómodo fisiológico, articular e psicológico aos utentes. Reforça-se que, a Humidade Relativa Interior adequada, no Inverno, recomendada será de 50 a 60%.

Quadro 3.37 - Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nos 43 Pavilhões

Variável Humidade Interior				Amostra: 43 observações		
Medidas Descritivas (%)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
47	57	71	70	87	92	11

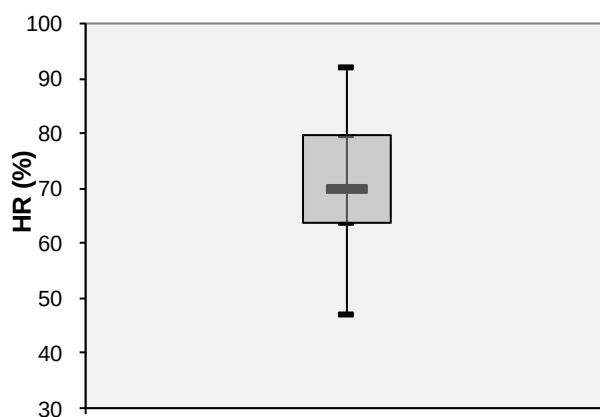


Figura 3.28 - Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nos 43 Pavilhões

Verifica-se na Figura 3.28 que a mediana se situa ligeiramente no limite inferior da caixa, evidenciando uma pequena assimetria nos valores observados e que 50% dos dados estão concentrados.

No Quadro 3.38 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos, da HR Interior (%), nos quarenta e três pavilhões, nas diferentes tipologias, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.38 - Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Variável Humidade Relativa Interior							
Medidas Descritivas (%)							
Tipologia	Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro Padrão
T1 (14 observações)	55	59	72	69	88	92	11
T2 (10 observações)	51	62	74	77	84	87	11
T3 (5 observações)	66	66	72	67	79	80	7
T4 (4 observações)	54	55	68	65	84	89	16
T5 (14 observações)	47	58	69	69	85	88	12

No Quadro 3.38 observa-se que a HR Interior média obtida para os pavilhões de tipologia 1 e 3 foi de 72 %. No que concerne à tipologia 2, a HR Interior média obtida foi de 74 %, valor semelhante ao obtido nas tipologias 1 e 3. Estes valores são superiores ao valor recomendado pela bibliografia estudada e neste estudo estipulada. Nas tipologias 4 e 5 verifica-se que a HR Interior média obtida foi de 68 % e 69 % respetivamente, valor ligeiramente inferior ao obtido nas tipologias 1, 2 e 3. No entanto este valor continua a ser considerado elevado, uma vez que não se encontra no intervalo recomendado pela bibliografia estudada e neste trabalho, que é de 50-60%.

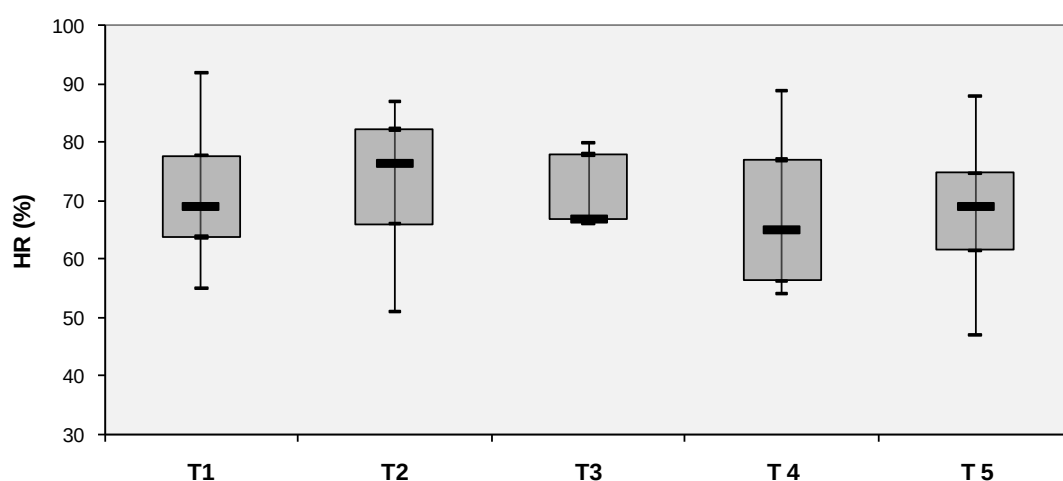


Figura 3.29 – Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

No diagrama da Figura 3.29 constata-se que em todas as tipologias dos quarenta e três pavilhões 50% dos dados estão concentrados e se verifica que os valores observados da HR Interior são um pouco assimétricos.

b) Salas de Desporto

No Quadro 3.39 e Quadro 3.40 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Humidade Relativa Interior e Exterior (%), nas vinte e cinco salas de desporto, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.39 – Estatística simples dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro Humidade Relativa (%).

SALAS DE DESPORTO	TIPOLOGIA	HR MÉDIA EXT. (%)	HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%)				DESVIO PADRÃO
			MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	
SD1	T1	83	75	77	77	78	0,3
SD3	GA	85	76	75	75	78	0,4
SD4	GA	60	59	76	76	78	1,1
SD6	T1	68	67	70	70	75	1,1
SD7	T1	44	43	53	52	55	0,5
SD8	T1	79	71	72	72	79	0,9
SD9	T4	51	51	53	54	55	1,7
SD10	T1	90	90	91	91	92	0,6
SD16	T5	88	78	80	80	81	0,9
SD17	T1	77	74	77	77	78	0,5
SD19	T5	76	68	69	69	80	1,4
SD20	T1	87	93	89	88	94	1,8
SD22	T1	60	56	64	65	90	1,2
SD24	T1	56	56	67	67	91	1,0
SD25	T4	81	69	70	70	72	0,4
SD26	T4	94	83	83	83	86	0,9
SD29	GA	92	84	83	83	93	0,9
SD31	T4	42	41	53	54	94	2,9
SD32	T1	74	58	57	57	61	1,4
SD34	GA	65	64	71	71	75	0,5
SD38	GA	86	86	88	88	93	0,9
SD42	T1	51	50	74	74	95	0,9
SD43	T1	81	74	77	77	84	0,8
SD45	T1	44	44	58	58	95	1,2
SD47	T1	73	71	73	73	79	1,8

Ao analisar o Quadro 3.39 verifica-se que em nenhuma sala de desporto se encontram valores inferiores a 50% de HR Interior. Somente 20% das salas de desporto se encontram no intervalo recomendado por este estudo de 50 a 60%

de HR Interior. Observa-se que 56% das salas de desporto obtiveram valores de HR entre 60 e 80% e 20% destes espaços obtiveram valores superiores a 80%, ultrapassando os valores de HR Interior recomendados sendo considerados valores muito elevados. Pode-se concluir que 76% das salas de desporto não estão de acordo com o recomendado pela bibliografia estudada e pelo estipulado neste estudo como conforto mínimo para o parâmetro Humidade Relativa Interior, ou seja, 50-60%.

Ao analisar a Humidade Relativa Exterior, verifica-se que os valores obtidos são muito semelhantes aos valores obtidos no interior das instalações desportivas. Poderá considerar-se que estas instalações não apresentam isolamento térmico ou que este é insuficiente, uma vez que o comportamento da Humidade Relativa Exterior é muito semelhante à do interior, como se verifica na Figura 3.30.

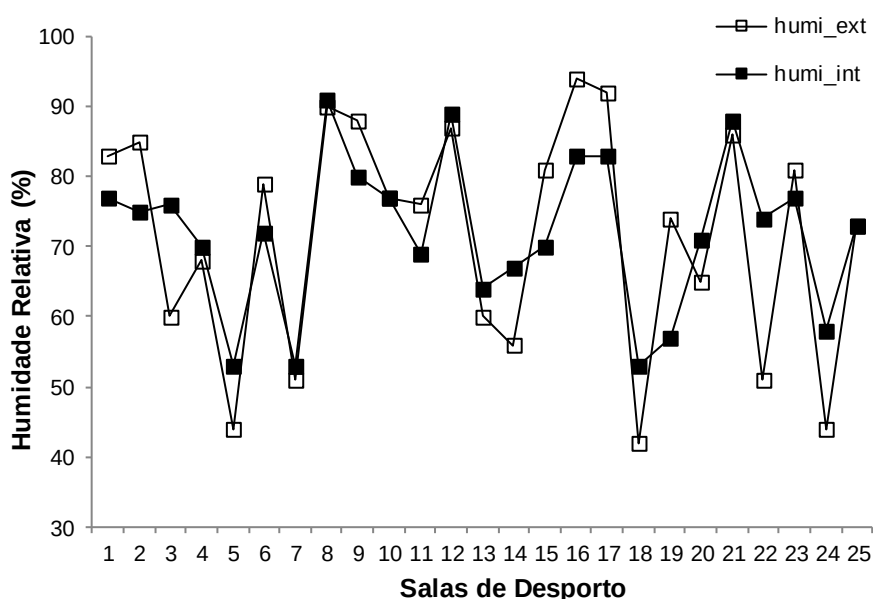


Figura 3.30 – Valores médios obtidos nas 25 salas de desporto para o parâmetro Humidade Relativa (%), comparando a humidade relativa interior (%) com a humidade relativa exterior (%).

No Quadro 3.40 verifica-se que a média obtida da Humidade Relativa Interior para todos os pavilhões é de 72%, valor semelhante ao observado no exterior e nos pavilhões. Os valores de HR Interior são considerados elevados para a atividade física que se pratica nestas instalações podendo colocar em risco alunos, professores e outros utilizadores, uma vez que, por um lado, poderão condicionar ou dificultar a prática desportiva e por outro poderão causar

incómodo fisiológico, articular e psicológico aos utentes. Reforça-se que, a Humidade Relativa Interior recomendada, no Inverno, é de 50 a 60%.

Quadro 3.40 - Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nas 25 Salas de Desporto

Variável Humidade Interior				Amostra: 25 observações		
Medidas Descritivas (%)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
53	55	72	73	86	91	11

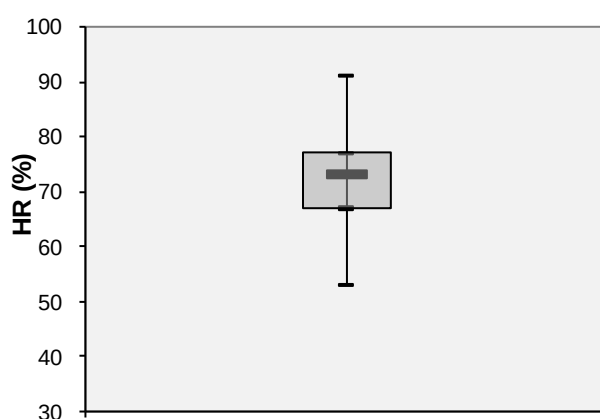


Figura 3.31 - Descrição amostral para o parâmetro Humidade Relativa Interior (%) nas 25 Salas de Desporto

Na Figura 3.31 observa-se que nas salas de desporto 50% dos dados estão concentrados e que a mediana se situa ligeiramente no limite superior da caixa, evidenciando que os valores observados da HR Interior são pouco assimétricos.

c) Global

Verifica-se após a apresentação dos resultados, que o valor médio da humidade relativa interior tanto nos pavilhões como nas salas de desporto situa-se acima dos 71% e que o comportamento relativo à HR interior (%) é semelhante também para as diversas tipologias dos pavilhões.

Estes valores são considerados elevados porque, se a humidade relativa é elevada, o ar já contém muitas moléculas de água reduzindo a sua capacidade para aceitar mais água. Este elevado nível de humidade relativa limita a

evaporação do suor e da perda de calor. Quando a humidade relativa do ar é a ideal, permite a evaporação do suor e a perda de calor. Níveis de humidade relativa muito elevados contribuem ainda para o crescimento e propagação de poluentes biológicos não saudáveis.

Assim, após todas as referências e estudos apresentados (APIRAC, 2002; ACSM (1997) e ASHRAE (1999)), conclui-se que a humidade relativa de 50% a 60% indicada como conforto mínimo é um valor adequado para a Humidade Relativa Interior, como regra de conforto ambiental na execução de atividades físicas.

Como já foi referido anteriormente, estes valores de temperatura e humidade relativa são obtidos devido a não existir suficiente isolamento térmico neste tipo de instalações. Com um tratamento adequado ao nível térmico da envolvente (paredes e cobertura destes espaços desportivos) conseguia-se atingir os valores ideais para o conforto térmico nestas instalações desportivas.

3.2.3. PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE NAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS ESCOLARES

A realização da análise aos resultados medidos em cada instalação desportiva escolar permitiu caracterizar os locais através dos valores dos parâmetros de luminosidade: Iluminação Natural e Iluminação Artificial (lux). Nas medições efetuadas em cada instalação desportiva escolar foram registados os resultados e calculados os valores médios dos parâmetros de Iluminação Natural e Artificial, primeiro por PDE e depois por instalação desportiva (Pavilhões e Salas de Desporto). Por fim, a mesma análise foi realizada para cada tipologia de local (T1, T2, T3, T4 e T5 (Pavilhões municipais e de associações)), no caso dos Pavilhões. Foi ainda realizada uma análise muito breve da orientação de algumas escolas a fim de tentar enquadrar e servir como exemplo da sua orientação efetiva.

No Quadro 3.41 apresenta-se a orientação efetiva das escolas, no seu eixo longitudinal e da orientação da maior percentagem de superfície envidraçada. Verifica-se que em nenhuma instalação o eixo longitudinal está orientado no

sentido este/oeste e que nenhuma instalação tem as suas fachadas orientadas a Norte/Sul.

Esta seria a orientação adequada, segundo a bibliografia consultada uma vez que esta orientação permitia uma maior penetração do sol de Inverno, proporcionando ao interior da instalação um acréscimo térmico e reduzida penetração do sol no Verão.

Romo (2007) e Fielding (2006) reforçam o que foi dito anteriormente, referindo que sempre que possível, o eixo longitudinal da instalação deve estar orientado na direção este-oeste. As frentes principais das janelas devem ficar ao longo das laterais sul-norte, nos fundos (este-oeste) não se devem instalar janelas. Assim poderá conseguir-se o máximo de aproveitamento da luz proveniente do sol, sem que esta possa causar encadeamento durante a realização da prática desportiva. Para além disso, a luz do sol que penetra através das janelas, orientadas a sul, transmitem calor para o espaço desportivo, reduzindo a necessidade de existirem sistemas de aquecimento durante o Inverno. O autor sugere que as janelas sejam contínuas de forma a distribuir a luz solar homogeneamente e conjuga-la com iluminação horizontal (cobertura), assim a iluminação natural do espaço seria excelente.

Posto isto irá verificar-se quais os valores obtidos de iluminação natural, tendo em conta a orientação dos PDE.

Quadro 3.41 – Quadro das orientações de alguns Parques Desportivos Escolares

PDE	Escolas	Tipologia	Orientação Longitudinal	Orientação da > % de envidraçados
1	EB 2,3 Aires Barbosa, Esgueira	T1	NNE	ESE
2	ES/3 Jaime Magalhães Lima, Esgueira	T3	SSO	SSO
3	EB 2,3 João Afonso de Aveiro	T2	ENE	ENE
4	EB 2,3 São Bernardo	T1	NNO	ENE
5	EB 2,3 Castro Matoso, Oliveirinha	T1	NO	NE
6	EB I Eixo	T1	OSO	NNO
7	EB 2,3 Aradas	T4	NE	SE
8	EB 2,3 Cacia	T1	NO	NE
9	ES/3 Dr. João Celestino Gomes	T2	SE	SE
10	EB 2,3 Ílhavo	T2	NO	NO
11	ES/3 Gafanha da Nazaré	T3	ENE	ENE
12	EB 2 Albergaria-a-Velha	T1	OSO	SSE
13	ES/3 Albergaria-a-Velha	T2	SO	SO
14	EB I São João de Loure	T1	NNO	ENE
15	ES/3 Estarreja, Beduíno	T3	SSE	SSE
16	EB 2,3 de Padre Donaciano de Freire	T1	ENE	SSE
17	EBI, JI Pardilhó	T4	SSE	OSO
18	EB 2,3 P.A.M.F. da Murtosa	T4	OSO	NNO
19	EBI/JI Torreira	T4	O	N
20	EB 2,3 Fernando Caldeira	T2	N	N
21	ES/3 Adolfo Portela	T2	E	E
22	EB 2,3 Fermentelos	T1	NE	SE
23	EB 2,3 Valongo do Vouga	T1	OSO	NNO
24	EB 2,3 Oliveira do Bairro	T2	SSE	SSE
25	EB 2,3 António Dias Simões	T2	NNE	NNE
26	EB 2,3 Florbela Espanca – Esmoriz	T2	ESE	ESE
27	ES Júlio Dinis	T3	ESE	ESE
28	EB 2,3 de Maceda	T1	ENE	SSE
29	ES de Esmoriz	T3	ENE	ENE
30	EB 2,3 M.M.O. - Válega	T1	OSO	NNO
31	EBI S. Vicente de Pereira de Jusã	T1	SSO	ONO
32	EB 2,3 de Anadia	T2	S	S
33	ES de Anadia	T1	ENE	ENE

3.2.3.1. RESULTADOS OBTIDOS PARA A ILUMINAÇÃO NATURAL

Apresenta-se no Quadro 3.42 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do parâmetro de Iluminação Natural (lux), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.42 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*) nos 50 Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 Salas de Desporto)

Variável Iluminação Natural				Amostra: 68 observações		
Medidas Descritivas (<i>lux</i>)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
8	42	396	164	815	3032	591

No Quadro 3.42 verifica-se que a média da Iluminação Natural média nos PDE é de 396 lux. O valor obtido é ligeiramente inferior ao que é recomendado neste trabalho (a indicação do conforto de luminosidade ideal é de 400-500 lux). No entanto, observa-se uma grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, ou seja, os valores mínimos são muito baixos, obtendo-se valores de 8 lux e os valores máximos muito elevados, apresentando-se valores de 3032 lux. Isto acontece devido à má orientação das janelas na instalação desportiva, provocando distribuição da luz solar desigual em vez de uniforme.

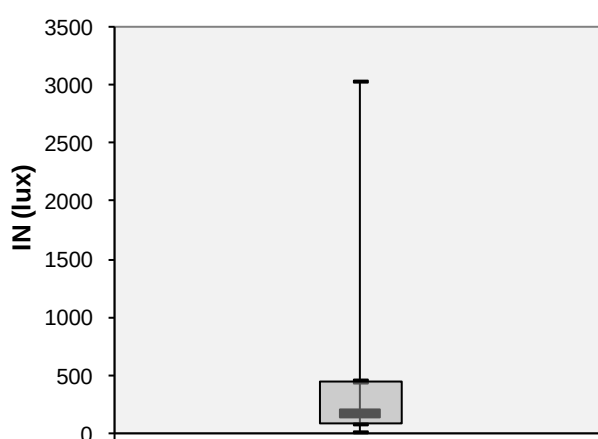


Figura 3.32 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*) nos 50 Parques Desportivos Escolares

Na Figura 3.32 verifica-se que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma assimetria nos valores observados e que 50% dos dados estão concentrados.

a) Pavilhões

Apresenta-se no Quadro 3.43 e Quadro 3.44 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Iluminação Natural (lux), nas diferentes tipologias dos quarenta e três pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Após analisar o Quadro 3.43 procedeu-se a um resumo dos resultados obtidos no Quadro 3.44.

Conclui-se que 70% dos pavilhões não proporcionam iluminação natural suficiente para se poder praticar atividade física, devido à especificidade das modalidades praticadas. Em 21% dos pavilhões a iluminação natural é considerada muito elevada, podendo causar encadeamento e fadiga visual aos utilizadores deste tipo de instalações. Somente 9% se encontram no intervalo recomendado por este estudo de 400 a 500 lux.

Quadro 3.43 – Estatística simples dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*).

ILUMINAÇÃO NATURAL (LUX)	TIPOLOGIA	HORA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
P1	T1	10.20	157	1756	284	7488	3211
P2	T3	15.10	93	116	110	160	26
P5	T2	10.15	68	89	86	125	23
P6	T1	10.00	89	107	106	129	16
P7	T1	14.30	247	3032	303	13919	6086
P8	T1	8.45	46	74	70	118	28
P9	T4	8.45	92	139	151	167	30
P10	T1	10.20	19	32	30	52	12
P11	T2	9.45	106	161	162	229	48
P12	T2	16.35	81	122	134	159	38
P13	T5	8.30	466	666	649	961	197
P14	T5	14.50	415	558	563	723	137
P15	T3	10.00	50	65	68	74	10
P16	T5	9.50	6	8	9	9	1
P17	T1	15.00	1213	1696	1652	2323	403
P18	T2	12.00	293	463	436	738	188
P19	T5	10.00	51	91	87	140	40
P20	T1	16.00	98	106	103	118	8
P21	T3	10.00	47	52	48	67	8
P22	T1	10.20	166	217	219	265	38
P23	T5	15.00	412	895	799	1375	457
P24	T1	10.15	279	355	313	518	95
P25	T4	8.33	5	14	15	18	5
P26	T4	10.20	18	30	33	37	8
P27	T2	14.45	145	222	238	315	71
P28	T2	12.00	115	394	308	658	249
P30	T5	10.30	280	428	457	603	131
P31	T4	14.10	653	780	713	962	147
P32	T1	10.00	261	377	441	470	104
P33	T5	10.00	4	23	16	57	21
P35	T5	15.30	20	25	22	31	5
P36	T2	15.25	31	54	40	114	34
P37	T5	8.30	24	59	45	142	47
P39	T2	15.00	493	703	721	999	206
P40	T2	15.15	296	488	413	690	185
P41	T3	15.00	210	273	305	315	52
P42	T1	10.00	599	734	656	1063	188
P43	T1	11.15	125	136	128	162	15
P44	T3	10.00	237	343	305	510	118
P45	T1	9.30	379	436	435	497	44
P46	T2	15.00	43	54	58	63	9
P47	T1	10.20	72	85	83	109	14
P48	T5	9.15	51	118	125	181	55

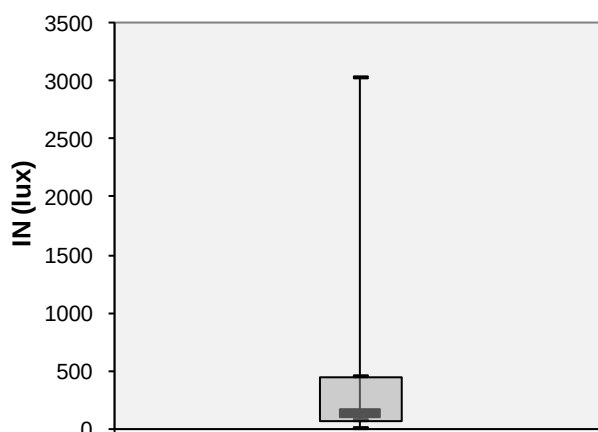
Quadro 3.44 – Quadro resumo da percentagem dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*).

lux	Percentagem
< 100	35%
100-400	35%
400-500	9%
500-1000	14%
> 1000	7%

No Quadro 3.45 verifica-se que a média obtida da Iluminação Natural para todos os pavilhões é de 385 lux, ligeiramente inferior ao recomendado na bibliografia. Observa-se ainda uma grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, ou seja, os valores mínimos são muito baixos, obtendo-se valores de 8 lux e os valores máximos muito elevados, apresentando-se valores de 3032 lux. Isto acontece devido à má orientação das janelas na instalação desportiva, provocando distribuição da luz solar desigual em vez de uniforme.

Quadro 3.45 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*) nos 43 Pavilhões

Variável Iluminação Natural				Amostra: 43 observações		
Medidas Descritivas (lux)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
8	30	385	139	771	3032	571

Figura 3.33 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*) nos 43 Pavilhões

Constata-se na Figura 3.33 que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma assimetria nos valores observados. Observa-se que nos pavilhões, 50% dos dados estão concentrados.

No Quadro 3.46 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos de Iluminação Natural, nos quarenta e três pavilhões, nas diferentes tipologias, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.46 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Variável Iluminação Natural							
Medidas Descritivas (<i>lux</i>)							
Tipologia	Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro Padrão
T1 (14 observações)	32	77	653	286	1738	3032	889
T2 (10 observações)	54	54	275	192	510	703	223
T3 (5 observações)	52	57	170	116	315	343	131
T4 (4 observações)	14	19	241	85	588	780	364
T5 (14 observações)	8	22	287	105	689	895	323

No Quadro 3.46 observa-se que a IN média obtida para os pavilhões de tipologia 1 foi de 653 lux, valor superior ao recomendado pela bibliografia estudada e neste estudo estipulada. Pelo contrário, na tipologia 2 observa-se que a IN média obtida foi de 275 lux, valor bastante inferior ao recomendado pela bibliografia estudada e neste estudo estipulada, evidenciando insuficiente iluminação para este tipo de recintos desportivos. O comportamento nas tipologias 3, 4 e 5 (valores da IN média obtida de 170, 241 e 287 lux, respetivamente) é muito semelhante ao apurado na tipologia 2. Observa-se que os valores obtidos são muito inferiores aos obtidos na tipologia 1, talvez se possa explicar esta diferença pela localização das janelas e da orientação neste tipo de tipologia, não permitindo que a IN seja mais elevada.

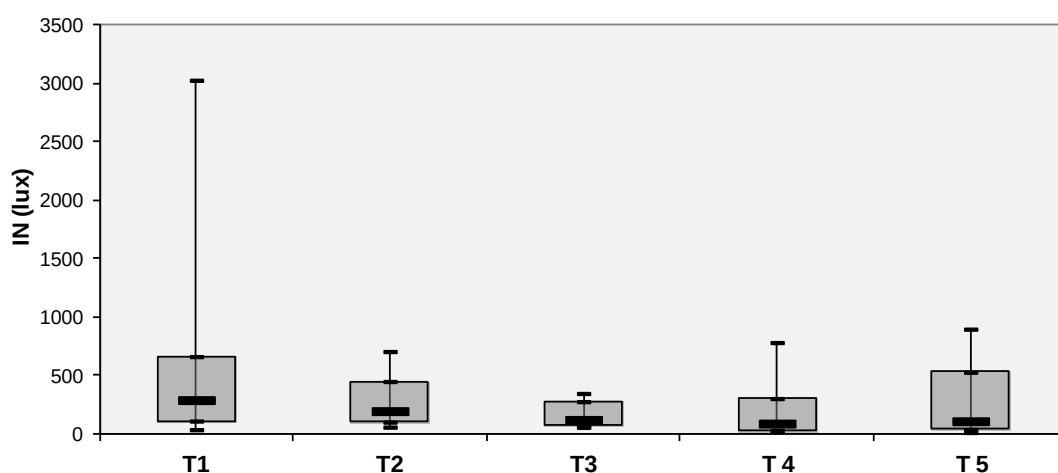


Figura 3.34 – Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (lux) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Na Figura 3.34 verifica-se que em todas as tipologias dos quarenta e três pavilhões, a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma assimetria nos valores observados e que 50% dos dados estão concentrados.

b) Salas de Desporto

Apresenta-se no Quadro 3.47 e no Quadro 3.48 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Iluminação Natural (lux), nas vinte e cinco salas de desporto existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Após analisar o Quadro 3.47 procedeu-se a um resumo dos resultados obtidos, posto isto verifica-se no Quadro 3.48 que 68% das salas de desporto não proporcionam iluminação natural suficiente para se poder praticar atividade física, devido à especificidade das modalidades praticadas. Em 20% das salas de desporto a iluminação natural é considerada muito elevada podendo causar encadeamento e fadiga visual aos utilizadores deste tipo de instalações. Somente 12% se encontram no intervalo recomendado por este estudo de 400 a 500 lux.

Quadro 3.47 – Estatística simples dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro Iluminação Natural (Lux).

ILUMINAÇÃO NATURAL (LUX)	TIPOLOGIA	HORA.	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SD1	T1	10.15	86	166	125	367	114
SD3	GA	15.00	56	108	88	189	56
SD4	GA	11.53	129	405	294	1060	377
SD6	T1	10.20	203	248	258	289	33
SD7	T1	12.30	550	715	619	928	169
SD8	T1	10.20	184	222	223	262	34
SD9	T4	9.30	117	2889	229	13644	6013
SD10	T1	10.00	43	74	57	132	37
SD16	T5	10.00	27	52	58	74	23
SD17	T1	15.10	1315	1661	1542	2208	341
SD19	T5	9.40	35	44	39	56	10
SD20	T1	14.30	71	93	85	132	25
SD22	T1	8.17	52	65	71	75	11
SD24	T1	8.30	305	469	336	927	262
SD25	T4	10.15	15	79	47	177	66
SD26	T4	9.15	37	76	51	138	44
SD29	GA	8.35	32	55	48	79	22
SD31	T4	14.15	691	1032	1071	1346	322
SD32	T1	8.35	91	180	184	237	55
SD34	GA	16.30	98	403	210	1003	368
SD38	GA	15.10	4	36	48	68	28
SD42	T1	9.20	214	264	258	312	45
SD43	T1	10.00	135	146	146	157	8
SD45	T1	8.50	407	587	573	835	155
SD47	T1	10.00	134	281	314	402	123

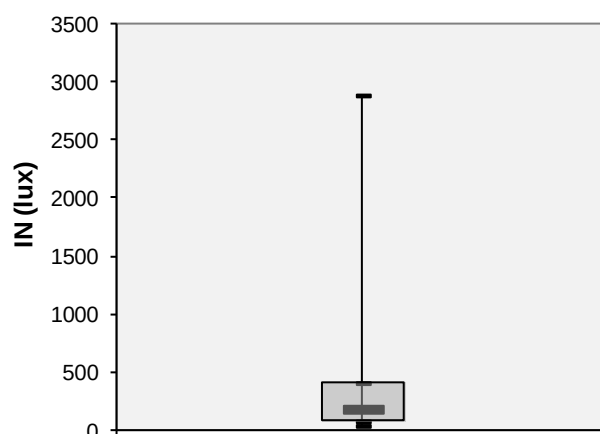
Quadro 3.48 - Quadro resumo da percentagem do valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro Iluminação Natural (lux).

lux	Percentagem
< 100	36%
100-400	32%
400-500	12%
500-1000	8%
> 1000	12%

No Quadro 3.49 verifica-se que a média obtida da Iluminação Natural para todas as salas de desporto é de 414 lux. No entanto, à semelhança do que aconteceu nos pavilhões observa-se uma grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, ou seja, os valores mínimos são muito baixos, obtendo-se valores de 36 lux e os valores máximos muito elevados, apresentando-se valores de 2889 lux.

Quadro 3.49 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*) nas 25 Salas de Desporto

Variável Iluminação Natural				Amostra: 25 observações		
Medidas Descritivas (<i>lux</i>)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
36	53	414	180	905	2889	635

Figura 3.35 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural (*lux*) nas 25 Salas de Desporto

Observa-se na Figura 3.35 que a mediana aproxima-se mais do limite inferior da caixa, evidenciando uma assimetria nos valores observados e observa-se que nas salas de desporto 50% dos dados estão concentrados.

c) Global

Após a análise dos resultados obtidos de Iluminação Natural (*lux*), verifica-se que não existe boa distribuição interior de luz nas instalações desportivas, tanto nos pavilhões como nas salas de desporto. Os valores mínimos revelam insuficiente iluminação natural e os máximos possível encadeamento.

A definição da orientação da instalação é muito importante para evitar uma deficiente distribuição da luz, evitar perdas térmicas, sobreaquecimento e elevado consumo de energia elétrica. A corroborar com o que foi dito anteriormente, está o LNEC (1986) que sugere que os níveis de exigência de iluminação em edifícios desportivos possam ir desde 200 a 2000 *lux*, mas segundo este, a estes níveis de iluminação natural estão associados altos níveis de perdas térmicas. O LNEC recomenda ainda que a iluminação por luz

natural seja moderada e equilibrada, devendo atingir níveis que satisfaçam a prática das várias atividades dentro destas instalações desportivas, em condições menos exigentes, sendo complementada por iluminação artificial, de forma a satisfazer as atividades ou modalidades mais exigentes. A maior parte dos autores estudados são de opinião de que se deve ter preferencialmente luz natural nas instalações desportivas. Fielding (2006) vai de encontro ao que foi dito anteriormente quando refere que apesar de ser frequentemente assumido que a luz natural é de difícil controlo, esta é provavelmente o elemento mais importante no ambiente de aprendizagem. O autor enumera alguns estudos que comprovam que os alunos que estudam em locais com luz natural obtêm melhores resultados ao nível da aprendizagem. O autor numera algumas formas para controlar a luz natural, em espaços desportivos, tais como, usar a luz que vem do Norte, filtrar a luz, utilizar dispositivos de controlo de luz e defende que todas as instalações desportivas escolares deveriam ser munidas de luz natural.

3.2.3.2. RESULTADOS OBTIDOS PARA A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Apresenta-se no Quadro 3.50 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos do parâmetro de Iluminação Artificial (*lux*), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados (Pavilhões e Salas de Desporto). Os valores da Iluminação Artificial foram medidos de dia.

Quadro 3.50 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*) nos cinquenta Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 salas de Desporto)

Variável Iluminação Artificial							Amostra: 68 observações	
Medidas Descritivas (<i>lux</i>)								
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão		
78	239	655	525	1037	4351	607		

Verifica-se no Quadro 3.50 que a média da Iluminação Artificial nos PDE é de 655 lux, o valor obtido é superior ao que é recomendado neste trabalho, a indicação do conforto de luminosidade ideal é de 400-500 lux. No entanto,

observa-se uma grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, ou seja, os valores mínimos são muito baixos, obtendo-se valores de 78 lux e os valores máximos muito elevados, apresentando-se valores de 4351 lux.

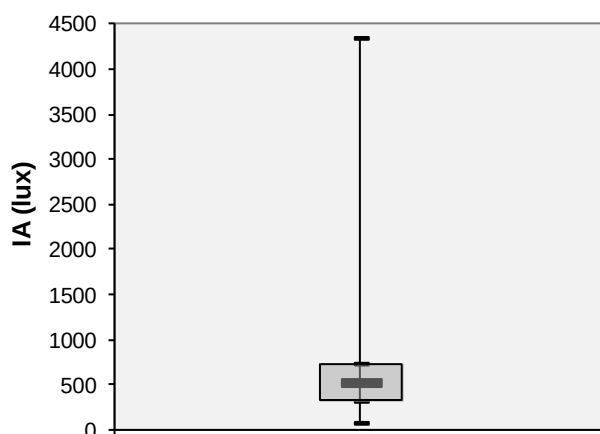


Figura 3.36 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*) nos cinquenta Parques Desportivos Escolares (43 Pavilhões + 25 salas de Desporto)

Na Figura 3.36 verifica-se que a mediana está no meio da caixa, evidenciando uma simetria nos valores observados e 50% dos dados estão concentrados.

a) Pavilhões

Apresenta-se nos quadros Quadro 3.51 e Quadro 3.52 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Iluminação Artificial (lux), nas diferentes tipologias dos quarenta e três pavilhões existentes nos Parques Desportivos Escolares estudados.

Após analisar o Quadro 3.51 procedeu-se a um resumo dos resultados obtidos, posto isto verifica-se no Quadro 3.52 que 28% dos pavilhões não proporcionam iluminação artificial suficiente para se poder praticar atividade física, devido à especificidade das modalidades praticadas. Em 58% dos pavilhões a iluminação artificial é considerada muito elevada, podendo causar encadeamento e fadiga visual aos utilizadores deste tipo de instalações. Somente 14% se encontram no intervalo recomendado por este estudo, de 400 a 500 lux.

Quadro 3.51 – Estatística simples dos valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro Iluminação Artificial (Lux).

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (LUX)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
P1	T1	401	455	451	533	53
P2	T3	206	287	300	317	46
P5	T2	182	235	235	315	53
P6	T1	589	670	672	791	78
P7	T1	522	620	629	712	72
P8	T1	520	585	531	720	89
P9	T4	398	501	517	592	71
P10	T1	240	315	319	396	57
P11	T2	354	559	553	738	163
P12	T2	562	754	723	959	155
P13	T5	1324	2377	1850	3679	1152
P14	T5	416	682	697	835	172
P15	T3	178	236	242	309	49
P16	T5	450	688	732	795	138
P17	T1	1698	1914	1930	2214	197
P18	T2	448	523	545	576	55
P19	T5	447	495	476	607	64
P20	T1	621	685	681	772	61
P21	T3	96	129	128	155	22
P22	T1	228	324	311	467	98
P23	T5	675	1116	1014	1717	466
P24	T1	602	739	669	976	148
P25	T4	279	310	300	389	45
P26	T4	505	555	535	670	67
P27	T2	307	400	435	470	71
P28	T2	288	510	509	738	217
P30	T5	524	747	828	951	186
P31	T4	879	1059	1036	1238	166
P32	T1	882	1028	1085	1131	104
P33	T5	92	211	218	351	94
P35	T5	369	490	497	549	72
P36	T2	228	282	261	375	57
P37	T5	368	588	389	1380	443
P39	T2	650	896	1007	1126	221
P40	T2	361	544	440	817	198
P41	T3	338	436	422	527	70
P42	T1	666	906	870	1186	225
P43	T1	440	627	666	739	113
P44	T3	189	205	202	227	17
P45	T1	732	806	781	959	89
P46	T2	215	262	250	367	61
P47	T1	193	249	233	334	59
P48	T5	351	498	526	571	89

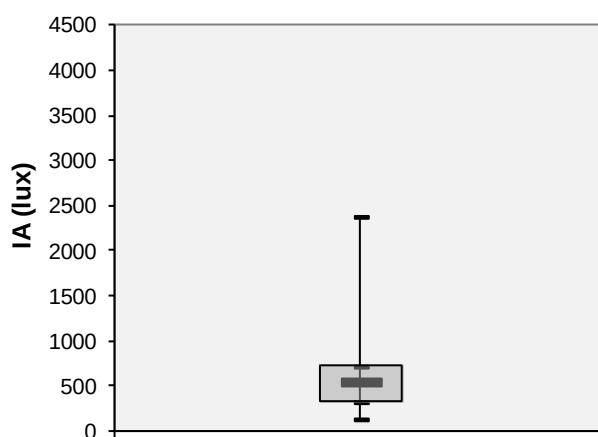
Quadro 3.52 - Quadro resumo da percentagem do valores obtidos, nos 43 pavilhões, para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*).

lux	Percentagem
< 100	0%
100-400	28%
400-500	14%
500-1000	46%
> 1000	12%

No Quadro 3.53 verifica-se que a média obtida da Iluminação Artificial para todos os pavilhões é de 616 lux, superior ao recomendado na bibliografia. Observa-se ainda uma grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, ou seja, os valores mínimos são muito baixos, obtendo-se valores de 129 lux e os valores máximos muito elevados, apresentando-se valores de 2377 lux.

Quadro 3.53 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*) nos 43 Pavilhões

Quadro 3.55 – Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (lux) nos 431 aviões						
Variável Iluminação Artificial				Amostra: 43 observações		
Medidas Descritivas (lux)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
129	239	616	544	1004	2377	422

Figura 3.37 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*) nos 43 Pavilhões

Verifica-se na Figura 3.37 que a mediana está no meio da caixa evidenciando uma simetria nos valores observados e 50% dos dados estão concentrados.

No Quadro 3.54 são apresentados os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos de Iluminação Artificial, nos quarenta e três pavilhões, nas diferentes tipologias, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.54 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Variável Iluminação Artificial							
Medidas Descritivas (<i>lux</i>)							
Tipologia	Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro Padrão
T1 (14 observações)	249	318	709	649	991	1914	413
T2 (10 observações)	235	259	497	517	768	896	214
T3 (5 observações)	129	159	259	236	376	436	115
T4 (4 observações)	310	367	606	528	908	1059	320
T5 (14 observações)	211	462	789	635	1242	2377	604

No Quadro 3.54 observa-se que a IA média obtida para os pavilhões de tipologia 1, 4 e 5 foi de 709, 606 e 789 lux, valores superiores ao recomendado pela bibliografia estudada e neste estudo estipulada. Na tipologia 3 sucedeu o contrário a IA média obtida foi de 259 lux, valor muito inferior ao recomendado. Somente na tipologia 2 a IA média obtida foi de 497 lux, valor que está de acordo com o recomendado pela bibliografia estudada e neste estudo estipulada.

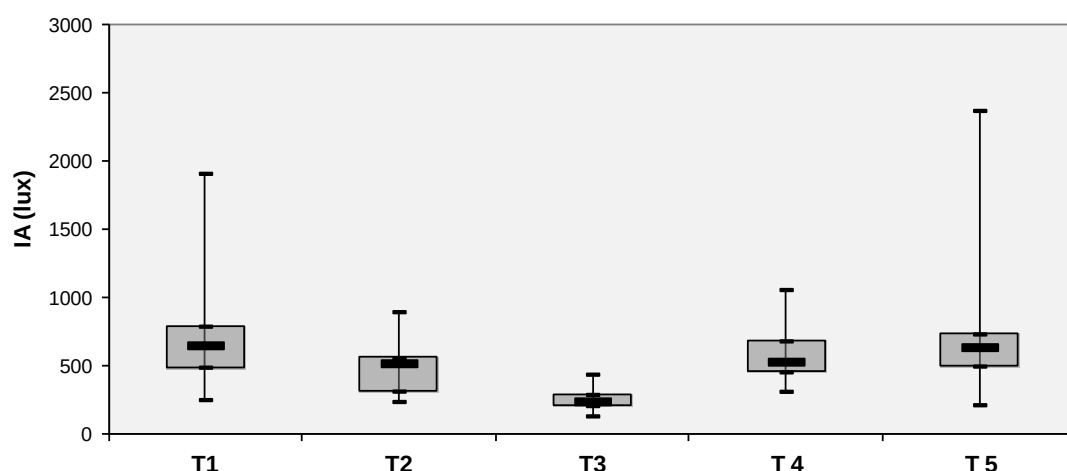


Figura 3.38 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*) nas diferentes Tipologias 1,2,3,4 e 5 de Pavilhão

Na Figura 3.38 observa-se na tipologia 1 e 2 que a mediana encontra-se no meio da caixa, evidenciando uma simetria nos valores observados e que 50% dos dados se encontram concentrados. No que se refere às tipologias 2 e 5 verifica-se que a mediana encontra-se próxima do limite superior da caixa evidenciando uma assimetria nos valores mas, 50% dos dados encontram-se concentrados. Na tipologia 4 a mediana encontra-se próxima do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados e em 50% dos casos os valores estão concentrados.

b) Salas de Desporto

Apresenta-se no Quadro 3.55 e no Quadro 3.56 os resultados estatísticos referentes aos valores médios obtidos da Iluminação Artificial (*lux*), nas vinte e cinco salas de desporto existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Após analisar o Quadro 3.55 procedeu-se a um resumo dos resultados obtidos, posto isto, verifica-se no Quadro 3.56 que 32% das salas de desporto não proporcionam iluminação natural suficiente para se poder praticar atividade física, devido à especificidade das modalidades praticadas. Em 48% das salas de desporto a iluminação natural é considerada muito elevada podendo causar encadeamento e fadiga visual aos utilizadores deste tipo de instalações.

Somente 20% se encontram no intervalo recomendado por este estudo de 400 a 500 lux.

Quadro 3.55 – Estatística simples dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro Iluminação Artificial (Lux).

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (LUX)	TIPOLOGIA	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SD1	T1	421	545	523	696	104
SD3	GA	170	240	235	335	68
SD4	GA	202	345	289	565	145
SD6	T1	287	424	476	526	105
SD7	T1	754	893	889	1091	125
SD8	T1	606	733	691	931	124
SD9	T4	341	4351	575	19650	8554
SD10	T1	354	388	386	423	27
SD16	T5	76	88	89	99	9
SD17	T1	1440	1692	1594	1984	233
SD19	T5	214	269	243	336	57
SD20	T1	355	449	451	513	61
SD22	T1	249	296	287	367	46
SD24	T1	560	711	631	1116	229
SD25	T4	413	481	455	562	75
SD26	T4	354	451	440	547	81
SD29	GA	213	254	227	323	50
SD31	T4	845	1349	1122	2614	716
SD32	T1	497	637	556	853	149
SD34	GA	292	847	802	1284	399
SD38	GA	29	78	85	129	40
SD42	T1	446	563	612	660	98
SD43	T1	446	527	540	576	52
SD45	T1	849	988	1034	1124	125
SD47	T1	292	448	445	583	120

Quadro 3.56 - Quadro resumo da percentagem dos valores obtidos, nas 25 salas de desporto, para o parâmetro Iluminação Artificial (lux).

.lux	Percentagem
< 100	8%
100-400	24%
400-500	20%
500-1000	36%
> 1000	12%

No Quadro 3.57 verifica-se que a média obtida da Iluminação Artificial para todas as salas de desporto é de 722 lux. Observa-se ainda uma grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, ou seja, os valores mínimos

são muito baixos, obtendo-se valores de 78 lux e os valores máximos muito elevados, apresentando-se valores de 4351 lux.

Quadro 3.57 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (<i>lux</i>) nas 25 Salas de Desporto						
Variável Iluminação Artificial				Amostra: 25 observações		
Medidas Descritivas (<i>lux</i>)						
Mínimo	P10	Média	Mediana	P90	Máximo	Erro-Padrão
78	246	722	481	1205	4351	842

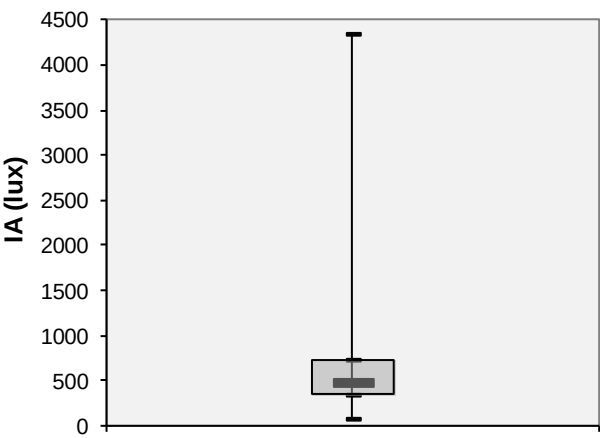


Figura 3.39 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Artificial (*lux*) nas 25 Salas de Desporto

Na Figura 3.39 constata-se que a mediana encontra-se próxima do limite inferior da caixa, evidenciando uma ligeira assimetria nos valores observados, no entanto verifica-se que nas salas de desporto, em 50% dos casos os valores estão concentrados.

c) Global

Ao analisar os valores médios obtidos de iluminação artificial verifica-se que estes variam entre os 259 e os 709 lux. Esta discrepância também se verificou na iluminação natural, devido à orientação menos adequada das instalações, o que vai influenciar, eventualmente a iluminação artificial. No entanto, verifica-se que com a iluminação artificial o conforto de luminosidade melhora. Após a análise dos resultados, constata-se que os PDE devem dispor de boas condições de iluminação natural e artificial de modo a evitar a fadiga visual dos

seus utilizadores, originada quer pela inadequação do nível de iluminação, quer por ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e por contrastes de luminosidade que gerem encadeamento, quer ainda pela instabilidade e má qualidade de luz.

Em todos os espaços desportivos sempre que possível, deve-se privilegiar a iluminação natural. A maior parte dos autores partilha da mesma opinião, segundo Fielding (2006) e Romo (2007), a luz natural é provavelmente o elemento mais importante no ambiente de aprendizagem, sempre que possível, as instalações desportivas devem ser munidas de Iluminação Natural.

Fielding (2006) enumera algumas formas para controlar a luz natural em espaços desportivos escolares tais como, usar a luz que vem do Norte, filtrar a luz, utilizar dispositivos de controlo de luz. Romo (2007) complementa as recomendações de Fielding referindo que o eixo longitudinal das instalações deve estar orientado na direção este-oeste, situando-se as frentes principais das janelas ao longo das laterais sul-norte, deixando os fundos este-oeste sem janelas (evitando a entrada de luz natural pelas paredes situadas a este-oeste). No que diz respeito à iluminação artificial conclui-se que quando a iluminação natural é insuficiente, esta deve ser complementada com a adequada iluminação artificial. Os princípios que se devem ter em conta numa instalação de iluminação artificial são: excelente perceção dos objetos móveis; efeito do brilho e reflexos reduzidos ao mínimo; boa iluminação de cores; atmosfera geral agradável; os aparelhos de iluminação deverão ser em materiais adequados, que resistam a choques e impactos, deve ser possível ajustar o nível de luz necessário, de acordo com as atividades a realizar. Romo (2007) vai de encontro ao que foi dito anteriormente quando menciona que o sistema de iluminação deve permitir boas condições visuais para os praticantes ou desportistas. Este autor refere como níveis mínimos de iluminação artificial, requeridos para diferentes atividades, sendo estes os seguintes: competições locais, aulas de educação física, treinos, atividades físico-desportivas diversas e uso recreativo da instalação desportiva, 150-200 lux e para competições regionais e treino de alto nível, 500 lux.

Na Figura 3.40 e na Figura 3.41 realiza-se uma comparação entre a iluminação natural e artificial. Constata-se na Figura 3.40 que tanto na iluminação natural como na artificial os valores são muito heterogéneos, ou seja, os valores mínimos revelam insuficiente iluminação natural e os máximos possível encadeamento.

Relativamente à iluminação natural evidencia níveis muito baixos de iluminação para a realização de atividade física, a iluminação artificial evidencia valores ligeiramente superiores à iluminação natural.

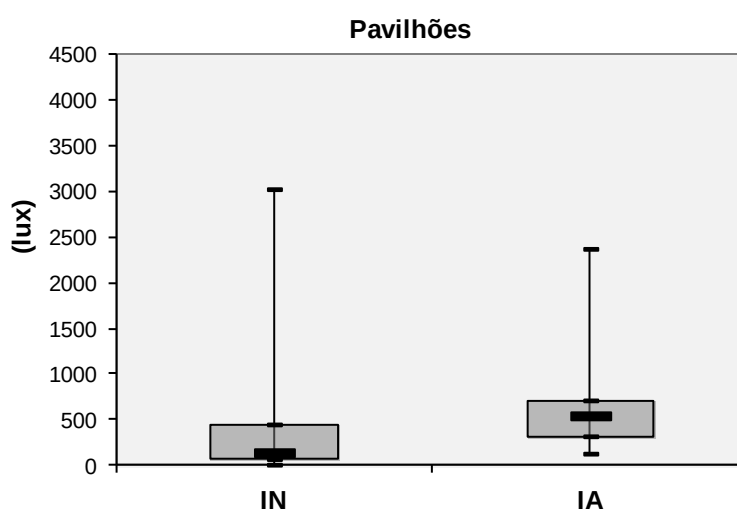


Figura 3.40 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural e Artificial (*lux*) nos 43 Pavilhões.

Na Figura 3.41 verifica-se o mesmo comportamento que nos pavilhões. Tanto na iluminação natural como na artificial os valores são muito heterogéneos, ou seja, mais uma vez os valores mínimos evidenciam insuficiente iluminação natural e os máximos possível encadeamento.

Relativamente à iluminação natural evidencia níveis muito baixos de iluminação para a realização de atividade física, a iluminação artificial evidencia valores ligeiramente superiores à iluminação natural.

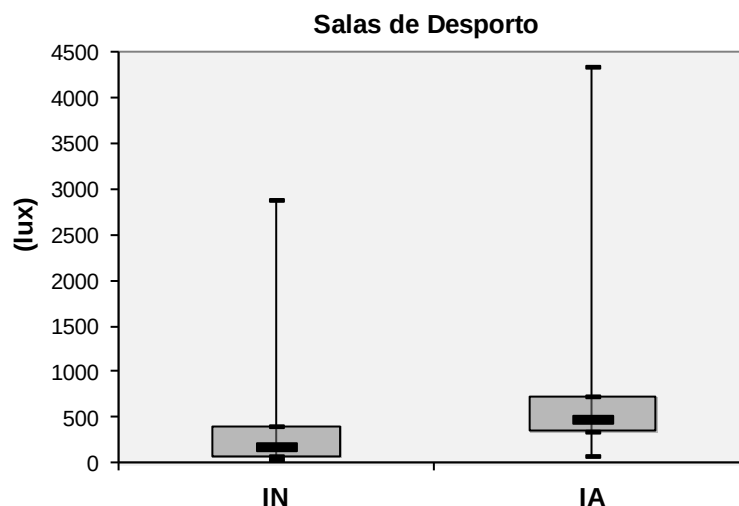


Figura 3.41 - Descrição amostral para o parâmetro Iluminação Natural e Artificial (*lux*) nas 25 Salas de Desporto

De salientar que a iluminação artificial talvez seja influenciada pela iluminação natural, podendo contribuir para níveis de iluminação (*lux*) mais elevados.

Após esta análise sugere-se os valores considerados razoáveis para a realização da atividade física nos PDE situando entre os 400-500 *lux*.

3.3. INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

Nesta secção testam-se hipóteses sobre alguns aspetos populacionais. Em cada variável é definido um intervalo de valores considerado como sendo a “zona adequada” (zona desejável para os resultados dessas variáveis). O que se pretende é testar estatisticamente se o valor médio populacional de cada variável pertence a essa “zona adequada”. Formula-se uma hipótese nula (H_0), que será sempre uma das duas seguintes: ou o valor médio dessa variável pertence à zona adequada ou não pertence à zona adequada e efetua-se um teste estatístico para verificar se se rejeita essa hipótese. Se a hipótese nula (H_0) é rejeitada fica aceite a hipótese alternativa (H_1). A decisão é sempre formulada em relação à hipótese nula (H_0). O objetivo do teste é analisar a evidência na população dos resultados obtidos da amostra. Na Figura 3.42 está representada a situação típica correspondente a uma hipótese nula do tipo $H_0 : \mu \leq \mu_0$ e a hipótese alternativa correspondente $H_1 : \mu > \mu_0$, em que μ é o

valor médio populacional e μ_0 é o valor a ser testado obtido, nestes exemplos, a partir dos valores fronteira da “zona adequada”.

A situação apresentada na Figura 3.42 corresponde às hipóteses:

$$H_0: \mu \text{ do } L_{Aeq} \leq 80 \text{ dB(A)}$$

$$H_1: \mu \text{ do } L_{Aeq} > 80 \text{ dB(A)}$$

Se a média da amostra for 80,6 isto não significa, logo à partida, que a média populacional é superior a 80. A teoria de probabilidades define uma região onde se deve considerar que a média da população não ultrapassa 80. Essa região é delimitada por um certo valor crítico, como se indica na Figura 3.42.

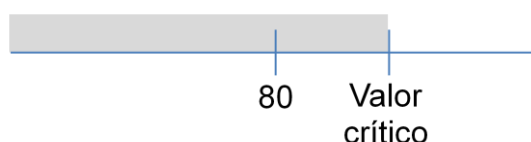


Figura 3.42 – Representação da região crítica

Se a média da amostra estiver na região sombreada aceita-se H_0 . Para determinar o valor crítico usa-se:

$$\frac{\mu - 80}{\frac{s}{\sqrt{43}}} = 1,96 \Leftrightarrow \mu = 1,96 \times s + 80 \Leftrightarrow \mu = 81,2$$

O valor crítico é então aproximadamente igual a 81,2 e portanto 80,6 está na região sombreada logo admite-se que a média populacional não ultrapassa 80 dB(A). Na prática para tomar uma decisão recorre-se a valores padronizados e o valor a testar, neste caso 80 dB(A), transforma-se em 0. O valor crítico é 1,96 e depende unicamente do nível de significância do teste, $\alpha = 5\%$. A média da amostra será convertida numa Estatística do Teste (ET) mediante a fórmula

$$ET = \frac{\bar{x} - 80}{\frac{s}{\sqrt{43}}}$$

Para realizar os vários testes usa-se um software estatístico que indica a Estatística do Teste mas também a área associada a essa estatística, como indicado na Figura 3.43:

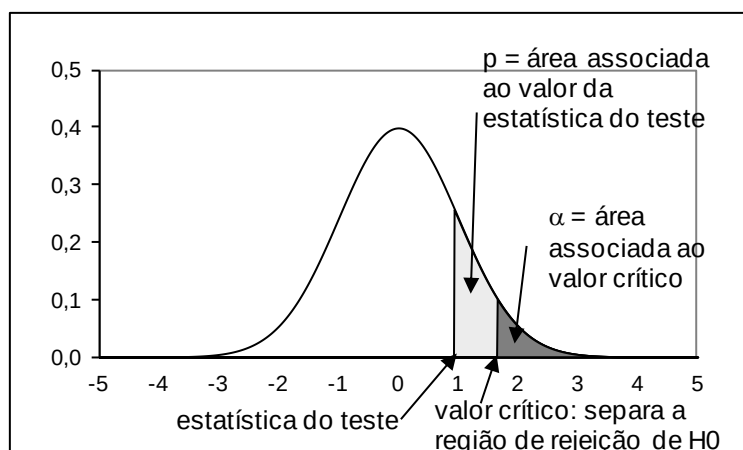


Figura 3.43- Legenda do gráfico tipo na inferência estatística

Quando a Estatística do Teste fica à esquerda do valor crítico então a área associada à Estatística do Teste, designada por p , é superior à área associada ao nível de significância, designada por α . Assim, para tomar uma decisão o mais frequente é comparar o valor de p com o valor de α . Se $p < \alpha$ rejeita-se H_0 .

Em teoria, um teste estatístico pode dar o resultado errado. Se o teste indicar que se deve rejeitar uma hipótese que na realidade é Verdadeira comete-se um erro do tipo I. Se o teste indicar que não se deve rejeitar uma hipótese que na realidade é Falsa comete-se um erro do tipo II. Ao teste está sempre associado um “nível de significância”, designado por α , que é a probabilidade de ser cometido um erro do tipo I, na decisão do teste. Ao teste está também associada uma distribuição teórica e, no gráfico dessa distribuição (Figura 3.43), o valor de α corresponde à área exterior limitada, em termos de abcissas, pelos valores críticos, na figura é a área indicada a cinza escuro. Os valores críticos separam a região de rejeição da região de não rejeição. Por outro lado, dependendo apenas da amostra recolhida tem-se uma Estatística do Teste, designada por ET. Não está dentro do âmbito deste trabalho explicar a lógica de construção das fórmulas para calcular o valor de ET mas elas dependem do parâmetro populacional que está a ser estimado e também de várias características da população. A área exterior limitada, em termos de abcissa, pela estatística do teste é designada “valor de prova” e aqui foi denotado por p e, na figura, é a área indicada a cinza claro.

A decisão do teste pode ser tomada de duas formas. Ou comparando o valor de ET com o valor crítico ou comparando o valor de prova com o nível de significância. Se a estatística do teste pertencer à zona de rejeição então rejeita-se H_0 , mas se isso acontecer então obrigatoriamente tem-se $p < \alpha$, qualquer que seja o teste.

3.3.1. PARÂMETROS ACÚSTICOS NAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS ESCOLARES

A análise aos resultados medidos em cada instalação desportiva escolar permite caracterizar a amostra através dos valores dos parâmetros acústicos: ruído proveniente do decorrer das aulas de Educação Física (L_{Aeq}), ruído de fundo, sem aulas (L_{Aeq_rf}), Tempo de Reverberação (TR) e RASTI (Inteligibilidade da palavra).

3.3.1.1. INFERÊNCIA PARA O RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Para a zona adequada considera-se o valor definido no capítulo do Estado da Arte, que para este parâmetro é 80 dB(A), um valor idêntico ao nível de ação inferior. Neste teste H_0 corresponde à situação seguinte: nos PDE, o valor médio do L_{Aeq} (durante as aulas) não ultrapassa os 80 dB(A).

Apresenta-se no Quadro 3.58, os resultados referentes ao parâmetro acústico L_{Aeq} , nos 50 Parques Desportivos Escolares (PDE).

Quadro 3.58 - Teste à média populacional para os 50 Parques Desportivos Escolares

Variável: L _{Aeq} (dBA)						Amostra: 68 observações	
População: valores médios de L _{Aeq} em PDE em situação de ocupação/aula.							
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p		
0,05	67	μ ≤ 80 dB(A)	μ > 80 dB(A)	-0,76	0,78		

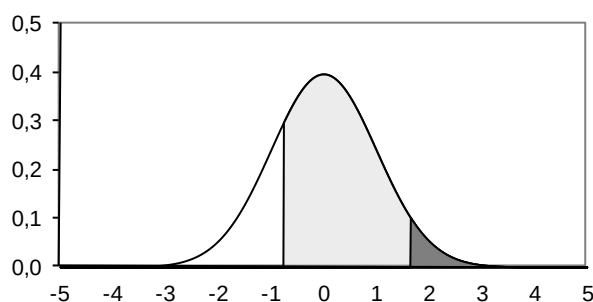


Figura 3.44– Análise gráfica da inferência estatística nos 50 PDE

No Quadro 3.58 verifica-se que $p = 0,78 > 0,05$ então não é rejeitada a H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos parques desportivos escolares, a média do nível sonoro L_{Aeq} não ultrapassa 80 dB(A). A confirmar esta conclusão e tendo por base a análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias de L_{Aeq} nas sessenta e oito observações dos cinquenta PDE é de 79,6 dB(A).

Seguidamente estuda-se a proporção de PDE da população cujo valor de L_{Aeq} está na “zona adequada”, entenda-se proporção como a percentagem dos PDE.

Relativamente a essa proporção não se apresenta um valor mas sim um intervalo onde se encontra a percentagem de PDE, designado por “intervalo de confiança”. O teste indica o intervalo do Quadro 3.59.

Quadro 3.59 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de L_{Aeq} na zona «adequada»: [0; 80]

Variável: L_{Aeq}			
Tamanho da amostra:	68	Nível de Confiança:	95%
Proporção na amostra:	53%	Intervalo de Confiança:	[41% ; 65%]

Observa-se que no Quadro 3.59 a proporção de PDE na “zona adequada” (≤ 80 dBA), na população nacional, deve ser um valor entre 41% e 65% para um nível de confiança de 95%. Tem-se então que aproximadamente metade dos PDE encontram-se na “zona adequada”. Pode-se então extrapolar que em 53% dos Parques Desportivos Escolares em Portugal o L_{Aeq} médio é igual ou inferior a 80 dB(A), com uma margem de erro de 12%, ou seja, cumprem o estipulado.

No Quadro 3.60 apresentam-se os resultados do ruído proveniente das aulas de Educação Física (L_{Aeq}), controlando para os quarenta e três pavilhões.

Quadro 3.60- Teste à média populacional nos 43 Pavilhões

Variável: L _{Aeq} (dBA)			Amostra: 43 observações		
População: valores médios de L _{Aeq} em Pavilhões em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
0,05	42	$\mu \leq 80 \text{ dB(A)}$	$\mu > 80 \text{ dB(A)}$	0,92	0,18

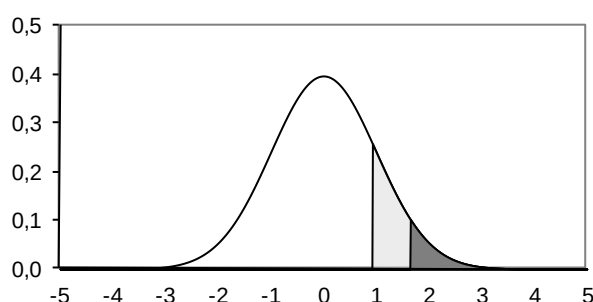


Figura 3.45 – Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

Observa-se no Quadro 3.60 que $p = 0,18 > 0,05$ então não se rejeita H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos pavilhões, a média do nível sonoro L_{Aeq} não ultrapassa 80 dB(A). Pode-se corroborar o que foi dito anteriormente, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias do L_{Aeq} nos pavilhões é de 80,6 dB(A), muito próximo do valor fronteira da “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na zona adequada, o teste indica o intervalo do Quadro 3.61.

Quadro 3.61 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de L_{Aeq} na zona «adequada»: [0; 80]

Variável: L_{Aeq}	
Tamanho da amostra: 43	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 42%	Intervalo de Confiança: [27% ; 57%]

Constata-se no Quadro 3.61 que a proporção de Pavilhões na zona adequada, na população, deve ser um valor entre 27% e 57%, isto é, aproximadamente

metade dos pavilhões encontram-se na “zona adequada”. Pode-se então extrapolar que em 42% dos Pavilhões Escolares em Portugal o L_{Aeq} é igual ou inferior a 80 dB(A), com uma margem de erro de 15%. Concluindo assim que, os Pavilhões em Portugal cumprem o estipulado como “zona adequada”.

No Quadro 3.62 apresentam-se os resultados referentes ao ruído proveniente das aulas de Educação Física (L_{Aeq}), para as vinte e cinco salas de desporto estudadas.

Quadro 3.62 - Teste à média populacional nas 25 Salas de Desporto

Quadro 5.02 – Teste à média populacional nas 25 Salas de Desporto					
Variável: L _{Aeq} (dBA)			Amostra: 25 observações		
População: valores médios de L _{Aeq} em Salas de Desporto em situação de ocupação/aula					
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
0,05	24	$\mu \leq 80$ dB(A)	$\mu > 80$ dB(A)	-2,26	0,98

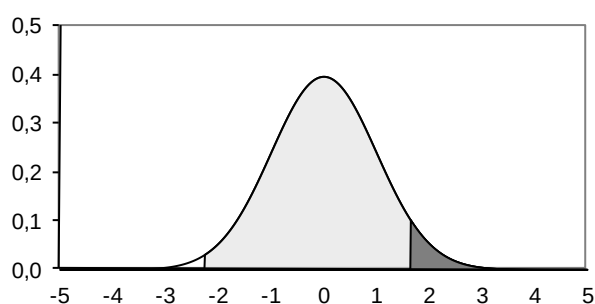


Figura 3.46 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

No Quadro 3.62 observa-se que $p = 0,98 > 0,05$ então não é rejeitada a H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nas vinte e cinco salas de desporto, a média do nível sonoro L_{Aeq} não ultrapassa 80 dB(A). Confirma-se esta relação, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias do L_{Aeq} nas salas de desporto é de 78,0 dB(A), valor inferior ao recomendado pela legislação em vigor.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na zona adequada, o teste indica o intervalo do Quadro 3.63.

Quadro 3.63 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de L_{Aeq} na zona «adequada»: [0; 80]

Variável: L_{Aeq}	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 72%	Intervalo de Confiança: [54% ; 90%]

Ao analisar o Quadro 3.63 verifica-se que a proporção de Salas de Desporto na zona adequada, na população, deve ser um valor entre 54% e 90%, isto é, mais de metade das Salas de Desporto encontram-se na “zona adequada”.

Pode-se então extrapolar que em 72% das Salas de Desporto Escolares em Portugal o L_{Aeq} é igual ou inferior a 80 dB(A), com uma margem de erro de 18%. Concluindo assim que à semelhança do que se verifica nos pavilhões, as salas de desporto escolares em Portugal cumprem o estipulado como “zona adequada”. Constata-se assim que o ruído nos pavilhões e salas de desporto não causa incomodidade aos utilizadores destas instalações desportivas.

3.3.1.2. INFERÊNCIA PARA O RUÍDO DE FUNDO

Para a “zona adequada” considera-se o valor definido no Estado da Arte, que para este parâmetro L_{Aeq_rf} é menor ou igual a 40 dB(A).

No Quadro 3.64 são apresentados os resultados do ruído de fundo L_{Aeq_rf} , nos cinquenta Parques Desportivos Escolares (PDE).

Quadro 3.64 - Teste à média populacional em 50 Parques Desportivos Escolares

Variável: L _{Aeq_rf} (dBA)			Amostra: 68 observações		
População: valores médios de L _{Aeq_rf} em Parques Desportivos Escolares					
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
0,05	67	μ ≤ 40 dB(A)	μ > 40 dB(A)	2,94	0,00

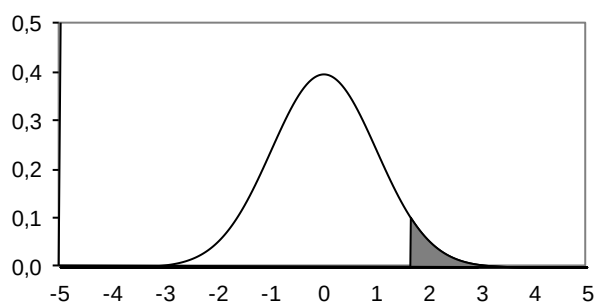


Figura 3.47 - Análise gráfica da inferência estatística nos 50 Parques Desportivos Escolares

Verifica-se que no Quadro 3.64 $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos PDE, a média do ruído de fundo L_{Aeq_rf} ultrapassa 40 dB(A). Pode-se validar o que foi dito anteriormente, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias do L_{Aeq_rf} nos PDE é de 42,4 dB(A), ligeiramente superior ao valor estipulado como “zona adequada”.

No Quadro 3.65 a proporção dos PDE na zona adequada, na população, deve ser um valor entre 32% e 56%, isto é, aproximadamente metade dos PDE encontram-se na “zona adequada”.

Quadro 3.65 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de L_{Aeq_rf} na zona «adequada»: [0; 40]

Variável: L_{Aeq_rf}	
Tamanho da amostra: 68	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 44%	Intervalo de Confiança: [32% ; 56%]

Pode-se então extrapolar que em 44% dos PDE em Portugal o L_{Aeq_rf} médio é igual ou inferior a 40 dB(A), com uma margem de erro de 12%, ou seja, mais de metade dos PDE em Portugal apresentam valores de ruído de fundo superiores a 40 dB(A).

No Quadro 3.66 são apresentados os resultados do ruído fundo L_{Aeq_rf} , existentes nos quarenta e três Pavilhões dos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.66 - Teste à média populacional em 43 Pavilhões

Variável: L _{Aeq_rf} (dBA)			Amostra: 43 observações		
População: valores médios de L _{Aeq_rf} em Pavilhões					
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
0,05	42	μ ≤ 40 dB(A)	μ > 40 dB(A)	3,98	0,00

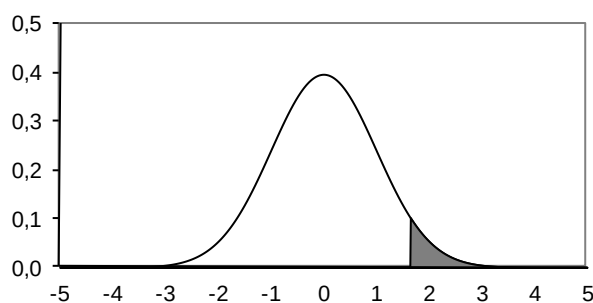


Figura 3.48 - Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

Verifica-se no Quadro 3.66 que como $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos pavilhões, a média do ruído de fundo L_{Aeq_rf} ultrapassa 40 dB(A). Corrobora-se o que foi dito anteriormente, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias do L_{Aeq_rf} nos pavilhões é de 44,0 dB(A), ligeiramente superior ao valor recomendado como “zona adequada”.

No Quadro 3.67 observa-se que a proporção dos Pavilhões na “zona adequada” na população, deve ser um valor entre 21% e 49%, isto é, aproximadamente metade dos Pavilhões encontram-se na “zona adequada”.

Quadro 3.67 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de L_{Aeq_rf} na zona «adequada»: [0; 40]

Variável: L_{Aeq_rf}	
Tamanho da amostra: 43	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 35%	Intervalo de Confiança: [21% ; 49%]

Pode-se então concluir que em 35% dos Pavilhões em Portugal, o L_{Aeq_rf} médio é igual ou inferior a 40 dB(A), com uma margem de erro de 14%, ou seja, 35% dos Pavilhões encontram-se na “zona adequada”.

No Quadro 3.68 são apresentados os resultados referentes ao ruído fundo ou residual (L_{Aeq_rf}), nas vinte e cinco salas de desporto, existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.68 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto

Variável: L _{Aeq_rf} (dBA)			Amostra: 25 observações		
População: valores médios de L _{Aeq_rf} em Salas de Desporto					
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
0,05	24	$\mu \leq 40$ dB(A)	$\mu > 40$ dB(A)	-0,33	0,63

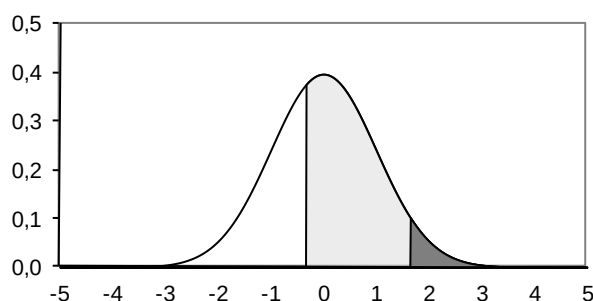


Figura 3.49 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

Constata-se no Quadro 3.68 que como $p = 0,63 > 0,05$ então não é rejeitada a H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nas vinte e cinco salas de desporto, a média do nível sonoro L_{Aeq_rf} não ultrapassa 40 dB(A). Pode-se reforçar o referido anteriormente, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias do L_{Aeq_rf} nas salas de desporto é de 39,6 dB(A), ligeiramente inferior ao valor considerado como “zona adequada”.

Ao analisar o Quadro 3.69 verifica-se que a proporção das Salas de Desporto na zona adequada, na população, deve ser um valor entre 41% e 79%, isto é, mais de metade das Salas de Desporto encontram-se na zona adequada. Neste caso os valores de L_{Aeq_rf} .

Quadro 3.69 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de L_{Aeq_rf} na zona «adequada»: [0; 40]

Variável: L_{Aeq_rf}	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 60%	Intervalo de Confiança: [41% ; 79%]

Pode-se então concluir que em 60% das Salas de Desporto em Portugal, o L_{Aeq_rf} médio é igual ou inferior a 40 dB(A), com uma margem de erro de 19%.

Conclui-se que o ruído de fundo (L_{Aeq_rf}), na maior parte dos pavilhões ultrapassa os 40 dB(A), ao contrário do que se verificou nas salas de desporto, a maior parte não ultrapassa o valor recomendado. Poder-se-á ainda referir que estes resultados obtidos da amostra podem ser inferidos para a população.

3.3.1.3. INFERÊNCIA PARA O TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Para a zona adequada considera-se o valor definido no capítulo do Estado da Arte, que para este parâmetro Tempo de reverberação (TR) é menor ou igual a 1,5 s.

Apresenta-se no Quadro 3.70 os resultados referentes ao tempo de reverberação (TR), nos catorze Parques Desportivos Escolares.

Quadro 3.70 - Teste à média populacional em 14 Parques Desportivos Escolares

Quadro 5.76 – Teste à média populacional em 14 Parques Desportivos Escolares					
Variável: TR (s)			Amostra: 14 observações		
População: valores médios de TR em Parques Desportivos Escolares					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	13	$\mu \leq 1,5$ s	$\mu > 1,5$ s	14,9	0,00

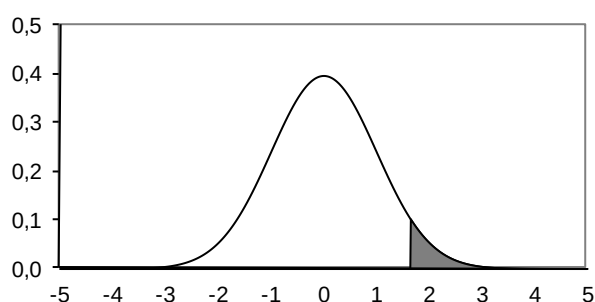


Figura 3.50 - Análise gráfica da inferência estatística nos 14 Parques Desportivos Escolares

Ao observar o Quadro 3.70 constata-se que, como $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos PDE, a média do TR ultrapassa 1,5 s. Pode-se comprovar os resultados mencionados, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias do TR nos PDE é de 4,8 (s), valor bastante superior ao recomendado como “zona adequada”.

No Quadro 3.71 verifica-se que a proporção dos PDE, na população, deve ser um valor entre 0% e 0%, isto é, nenhum dos PDE se encontram na zona adequada. Neste caso, os valores de TR (s), são muito elevados e encontram-se muito distantes da “zona adequada”.

Quadro 3.71 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de TR na zona «adequada»: [0; 1,5]

Variável: TR	
Tamanho da amostra: 14	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 0%	Intervalo de Confiança: [0% ; 0%]

No Quadro 3.72 podem-se observar os resultados referentes ao tempo de reverberação (TR), nos oito Pavilhões dos PDE.

Quadro 3.72 - Teste à média populacional em 8 Pavilhões

Quadro 3.72 - Teste à média populacional em 8 Pavilhões					
Variável: TR (s)			Amostra: 8 observações		
População: valores médios de TR em Pavilhões					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	7	$\mu \leq 1,5 \text{ s}$	$\mu > 1,5 \text{ s}$	25,8	0,00

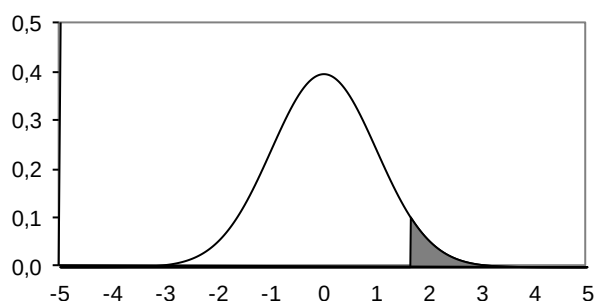


Figura 3.51 - Análise gráfica da inferência estatística nos 8 Pavilhões

Constata-se pelo Quadro 3.72 que como $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos pavilhões, a média do TR ultrapassa 1,5 s. Demonstra-se que os resultados mencionados são efetivos, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias do TR nos pavilhões é de 6,2 (s), valor bastante superior ao estipulado como “zona adequada”.

No Quadro 3.73 verifica-se que a proporção dos Pavilhões, na população, deve ser um valor entre 0% e 0%, isto é, nenhum dos Pavilhões se encontram na “zona adequada”. Mais uma vez, constata-se que os valores de TR (s) são muito elevados e encontram-se muito distantes da “zona adequada”.

Quadro 3.73 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de TR na zona «adequada»: [0; 1,5]

Variável: TR	
Tamanho da amostra: 8	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 0%	Intervalo de Confiança: [0% ; 0%]

No Quadro 3.74 podem-se observar os resultados referentes ao tempo de reverberação (TR), nas seis Salas de Desporto dos catorze PDE.

Quadro 3.74 - Teste à média populacional em 6 Salas de Desporto

Variável: TR (s)			Amostra: 6 observações		
População: valores médios de TR em Salas de Desporto					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	5	$\mu \leq 1,5$ s	$\mu > 1,5$ s	11,0	0,00

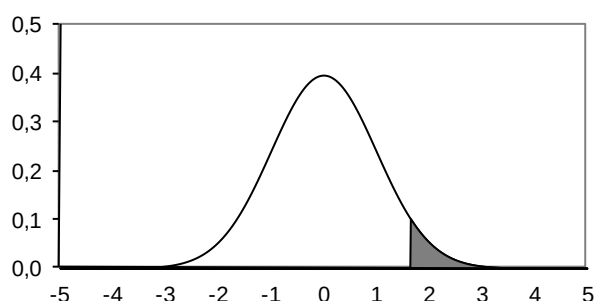


Figura 3.52 - Análise gráfica da inferência estatística nas 6 Salas de Desporto

No Quadro 3.74 verifica-se que, como $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nas salas de desporto, a média do TR ultrapassa 1,5 s. Os resultados mencionados evidenciam o mesmo que a análise descritiva, uma vez que se verificou que a média das médias do TR nas salas de desporto é de 3,1 (s), valor superior ao recomendado como “zona adequada”.

Verifica-se no Quadro 3.75 que a proporção das Salas de Desporto na população, deve ser um valor entre 0% e 0%, isto é, nenhuma Sala de Desporto se encontra na “zona adequada”. À semelhança do que se observou nos pavilhões os valores de TR nas salas de desporto encontram-se muito distantes da “zona adequada”, ou seja, são considerados muito elevados.

Quadro 3.75 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de TR na zona «adequada»: [0; 1,5]

Variável: TR	
Tamanho da amostra: 6	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 0%	Intervalo de Confiança: [0% ; 0%]

Conclui-se que tanto nos pavilhões como nas salas de desporto a média do TR ultrapassa os 1,5 segundos, constatando-se que nenhuma destas instalações desportivas se encontra na “zona adequada” definida. Poder-se-á deduzir que estes resultados obtidos da amostra podem ser inferidos para a população, ou seja, todas as instalações desportivas escolares em Portugal, apresentam valores de TR muito elevados.

3.3.1.4. INFERÊNCIA PARA O RASTI – INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA

Para a zona adequada considera-se o valor definido no capítulo do Estado da Arte, que para este parâmetro RASTI (Inteligibilidade da Palavra) é maior ou igual a 0,45.

Apresentam-se no Quadro 3.76 os resultados referentes ao RASTI (Inteligibilidade da Palavra), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.76 - Teste à média populacional em Parques Desportivos Escolares

Variável: RASTI			Amostra: 68 observações		
População: valores médios de RASTI em Parques Desportivos Escolares					
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
0,05	67	$\mu \geq 0,45$	$\mu < 0,45$	-14,2	0,00

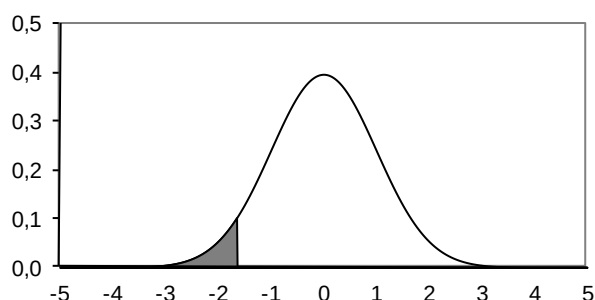


Figura 3.53 – Análise gráfica da inferência estatística nos 50 Parques Desportivos Escolares

Observa-se no Quadro 3.76 que $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos PDE, a média do RASTI não ultrapassa o valor de RASTI igual ou superior a 0,45. A análise descritiva vem corroborar estes resultados, uma vez que se verificou que a média das médias do RASTI nos cinquenta PDE é de 0,35, valor inferior ao recomendado como “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.77.

Quadro 3.77 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de RASTI na zona «adequada»: [0,45; 1]

Variável: RASTI	
Tamanho da amostra: 68	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 4%	Intervalo de Confiança: [0% ; 9%]

Verifica-se que a proporção dos PDE na “zona adequada” ($\geq 0,45$) na população nacional deve ser um valor entre 0% e 9%, isto é, somente 4% dos PDE em Portugal se encontram na “zona adequada”, com uma margem de erro de 5%. Pode-se constatar com um nível de confiança de 95%, que a maior parte dos PDE em Portugal obtêm um valor de RASTI inferior a 0,45.

No Quadro 3.78 observa-se os resultados do RASTI (Inteligibilidade da Palavra), nos quarenta e três pavilhões existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.78 - Teste à média populacional em 43 Pavilhões

Variável: RASTI			Amostra: 43 observações		
População: valores médios de RASTI em Pavilhões					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	42	$\mu \geq 0,45$	$\mu < 0,45$	-24,4	0,00

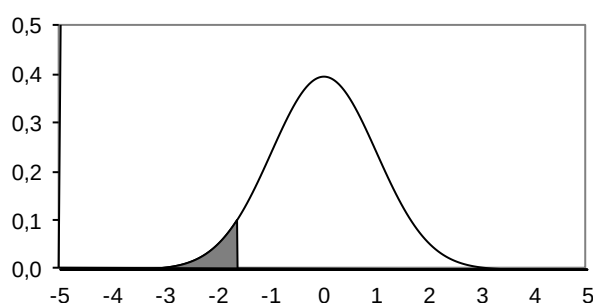


Figura 3.54 - -- Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

No Quadro 3.78 observa-se que $p = 0,00 < 0,05$, então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nos pavilhões, a média do RASTI não ultrapassa os 0,45. A análise descritiva vem comprovar estes resultados, uma vez que se verificou que a média das médias do RASTI nos quarenta e três pavilhões é de 0,32, valor inferior ao estipulado como “zona adequada”.

No que concerne à proporção de indivíduos da população na zona adequada, o teste indica o intervalo do Quadro 3.79.

Quadro 3.79 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de RASTI na zona «adequada»: [0,45; 1]

Variável: RASTI	
Tamanho da amostra: 43	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 0%	Intervalo de Confiança: [0% ; 0%]

Verifica-se no Quadro 3.79 que a proporção nos Pavilhões na população nacional, deve ser um valor entre [0% e 0%], isto é, nenhum Pavilhão se

encontra na “zona adequada”. Neste caso, podemos extrapolar para os pavilhões dos PDE em Portugal, que os valores de RASTI não são superiores a 0,45. Atestando com um nível de confiança de 95%.

Após a análise dos resultados nos pavilhões, verifica-se que a média do RASTI nunca ultrapassa os 0,45, valor de RASTI recomendado na bibliografia estudada. Podendo-se considerar a inteligibilidade nos pavilhões escolares em Portugal, má, com um nível de confiança de 95%.

No Quadro 3.80 são apresentados os resultados do RASTI (Inteligibilidade da Palavra), nas salas de desporto, existentes nos PDE estudados.

Quadro 3.80 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto

Variável: RASTI						Amostra: 25 observações	
População: valores médios de RASTI em Pavilhões - Tipologia 5							
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p		
0,05	24	$\mu \geq 0,45$	$\mu < 0,45$	-5,03	0,00		

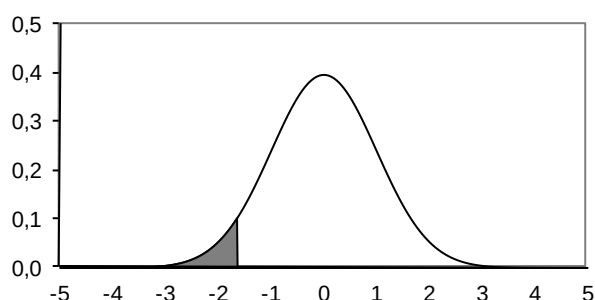


Figura 3.55 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

No Quadro 3.80 verifica-se que como $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 e fica estatisticamente suportada a hipótese de que nas salas de desporto, a média do RASTI não ultrapassa os 0,45. A análise descritiva mais uma vez vem demonstrar estes resultados, uma vez que se verificou que a média das médias do RASTI nas salas de desporto é de 0,41, valor ligeiramente inferior ao indicado como “zona adequada”.

Constata-se no Quadro 3.81 que a proporção das Salas de Desporto na “zona adequada” na população nacional, deve ser um valor entre 0% e 25%, isto é,

somente 12% das Salas de Desporto em Portugal se encontram na “zona adequada”, com uma margem de erro de 12%.

Quadro 3.81 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de RASTI na zona «adequada»: [0,45; 1]

Variável: RASTI	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 12%	Intervalo de Confiança: [0% ; 25%]

Pode-se constatar com um nível de confiança de 95%, que a maior parte das Salas de Desporto em Portugal obtêm um valor de RASTI inferior a 0,45.

Após a análise dos resultados verifica-se que a média do RASTI, tanto nos pavilhões como nas salas de desporto, nunca ultrapassa os 0,45, valor de RASTI definido como “zona adequada”. Podendo-se considerar a inteligibilidade nestas instalações, má extrapolando para as instalações desportivas escolares, em Portugal, com um nível de confiança de 95%.

3.3.2. PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS NAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS ESCOLARES

3.3.2.1. INFERÊNCIA PARA A VENTILAÇÃO AO NÍVEL DO SOLO

No que concerne ao parâmetro ventilação, foi medida a velocidade do ar (m/s) junto das janelas e à altura média dos alunos. No entanto, os valores apresentados serão só relativos à Ventilação no solo, uma vez que estes são mais relevantes para este estudo.

Apresentam-se os resultados relativos às sessenta e oito instalações (quarenta e três pavilhões mais vinte e cinco salas de desporto) e posteriormente os pavilhões e as salas de desporto em separado.

A “zona adequada” para a ventilação vai de 1,5 m/s a 2 m/s. Sendo limitada inferiormente e superiormente o teste à média populacional sofre alteração tendo sido decomposto em dois testes. Para aceitar a hipótese nula, ou seja, para a média populacional se encontrar na zona adequada é necessário aceitar a hipótese nula do primeiro teste e rejeitar a hipótese nula do segundo teste.

Apresenta-se no Quadro 3.82 os resultados referentes à Ventilação (m/s), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.82 -Teste à média populacional em 50 Parques Desportivos Escolares

Variável: Ventilação (m/s)			Amostra: 68 observações		
População: valores médios de Ventilação no solo, em Parques Desportivos Escolares em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	67	$1,5\leq \mu < 2 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \vee \mu \geq 2 \text{ m/s}$		
		$\mu \geq 1,5 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s}$	-215,0	0,000
		$\mu \geq 2 \text{ m/s}$	$\mu < 2 \text{ m/s}$	-291,5	0,000

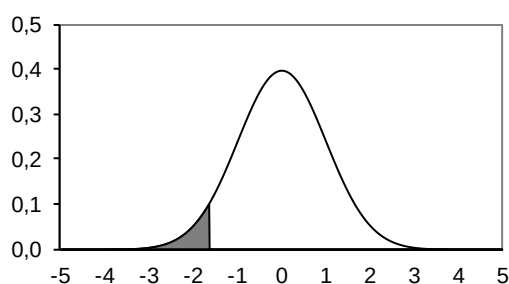


Figura 3.56 - Análise gráfica da inferência estatística nos 50 Parques Desportivos Escolares

Ao analisar o Quadro 3.82 verifica-se que como no primeiro teste $p = 0,000 < 0,05$ então rejeita-se H_0 do primeiro teste logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. A confirmar esta conclusão e tendo por base a análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da ventilação nos cinquenta PDE é de 0,09 (m/s), muito inferior ao indicado como “zona adequada”, não causando problemas de incomodidade aos utilizadores.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.83.

Quadro 3.83 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de Ventilação na zona «adequada»: [1,5; 2]

Variável: Ventilação	
Tamanho da amostra: 68	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 0%	Intervalo de Confiança: [0%; 0%]

No Quadro 3.83 verifica-se que como se obteve um intervalo [0%, 0%] a proporção na amostra é de 0%, o que indica que 100% dos PDE não se encontra dentro da “zona adequada”. Isto acontece porque os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada”, ou seja, são muito inferiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, não ultrapassando os 1,5 e os 2 m/s, não causando qualquer incomodidade para os utilizadores destas instalações.

Apresenta-se no Quadro 3.84 os resultados da ventilação nos quarenta e três pavilhões, dos cinquenta PDE estudados.

Quadro 3.84 - Teste à média populacional em 43 Pavilhões

Quadro 3.64 - Teste à média populacional em 43 Pavilhões					
Variável: Ventilação (m/s)			Amostra: 43 observações		
População: valores médios de Ventilação no solo, em Pavilhões, em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	42	$1,5\leq \mu < 2 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \vee \mu \geq 2 \text{ m/s}$		
		$\mu \geq 1,5 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s}$	-168,7	0,000
		$\mu \geq 2 \text{ m/s}$	$\mu < 2 \text{ m/s}$	-228,5	0,000

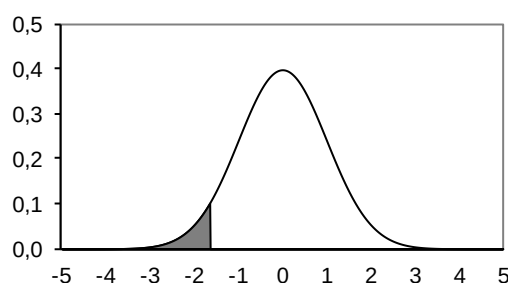


Figura 3.57 - Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

Ao analisar o Quadro 3.84 constata-se que como no primeiro teste $p = 0,000 < 0,05$ então rejeita-se H_0 do primeiro teste logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Pode-se corroborar o que foi dito anteriormente, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da ventilação nos pavilhões é de 0,09 (m/s), muito inferior ao valor recomendado como “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.85.

Quadro 3.85 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de Ventilação na zona «adequada»:
[1,5; 2]

Variável: Ventilação			
Tamanho da amostra:	43	Nível de Confiança:	95%
Proporção na amostra:	0%	Intervalo de Confiança:	[0% ; 0%]

No Quadro 3.85 como se obteve um intervalo [0%, 0%] a proporção de Pavilhões está 100% fora da “zona adequada”. Isto acontece porque os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada”, ou seja, são muito inferiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, não ultrapassando os 1,5 e os 2 m/s.

No Quadro 3.86 apresentam-se os resultados da ventilação, nas vinte e cinco salas de desporto, dos cinquenta PDE estudados.

Quadro 3.86 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto

Variável: Ventilação (m/s)			Amostra: 25 observações		
População: valores médios de Ventilação no solo, em Salas de Desporto, em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	24	$1,5\leq \mu < 2 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \vee \mu \geq 2 \text{ m/s}$		
		$\mu \geq 1,5 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s}$	-132,0	0,000
		$\mu \geq 2 \text{ m/s}$	$\mu < 2 \text{ m/s}$	-179,1	0,000

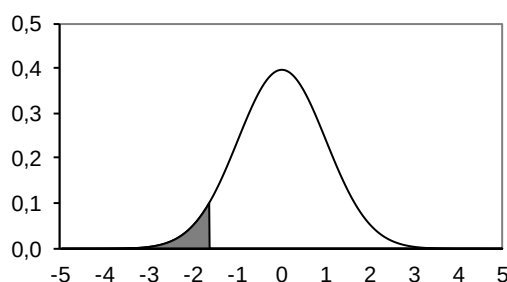


Figura 3.58 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

Observa-se no Quadro 3.86 que como no primeiro teste $p = 0,000 < 0,05$ então rejeita-se H_0 do primeiro teste logo rejeitamos a hipótese de a média

populacional estar na “zona adequada”. Confirma-se esta relação, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da ventilação nas salas de desporto é de 0,10 (m/s), valor inferior ao aconselhado como “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na zona adequada, o teste indica o intervalo do Quadro 3.87.

Quadro 3.87 -Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de Ventilação na zona «adequada»: [1,5; 2]

Variável: Ventilação	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 0%	Intervalo de Confiança: [0% ; 0%]

Como se obteve um intervalo [0%, 0%] a proporção de Salas de Desporto é de 0%, o que aponta para 100% das salas de desporto não se encontra dentro da “zona adequada”. À semelhança do que se verificou nos pavilhões os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada” ou seja, são muito inferiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, não ultrapassando os 1,5 e os 2 m/s.

Conclui-se que os valores obtidos são bastante inferiores ao recomendado na bibliografia estudada que é uma velocidade do ar entre 1,5 a 2 m/s, não causando incomodidades para os utilizadores deste tipo de instalações desportivas. Poder-se-ão inferir estes resultados para os PDE em Portugal, com um nível de confiança de 95%.

3.3.2.2. INFERÊNCIA PARA A TEMPERATURA INTERIOR

Como “zona adequada” considera-se o definido no capítulo Estado da Arte que para a temperatura interior situa-se entre 18°C a 20°C. Sendo limitada inferiormente e superiormente o teste à média populacional sofre alteração tendo sido decomposto em dois testes. Para aceitar a hipótese nula, ou seja, para a média populacional se encontrar na “zona adequada” é necessário aceitar a hipótese nula do primeiro teste e rejeitar a hipótese nula do segundo teste.

Apresenta-se no Quadro 3.88 os resultados referentes à Temperatura Interior (°C), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.88 - Teste à média populacional em 50 Parques Desportivos Escolares

Variável: Temperatura Interior (°C)		Amostra: 68 observações			
População: valores médios de Temperatura Interior, em Parques Desportivos Escolares, em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	67	$18 \leq \mu < 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 18 \vee \mu \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$		
		$\mu \geq 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-16,0	0,00
		$\mu \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-22,7	0,00

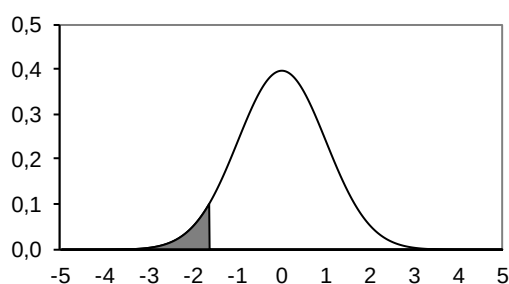


Figura 3.59 - Análise gráfica da inferência estatística nos 50 Parques Desportivos Escolares

No Quadro 3.88 verifica-se que como no primeiro teste $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 do primeiro teste logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Pode-se comprovar os resultados mencionados, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da temperatura interior nos cinquenta PDE é de 13,3 °C, valor bastante inferior ao estipulado como “zona adequada”. Relativamente à proporção de indivíduos da população na zona adequada, o teste indica o intervalo do Quadro 3.89.

Quadro 3.89 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de Temperatura Interior na zona «adequada»: [18; 20]

Variável: Temperatura Interior	
Tamanho da amostra: 68	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 4%	Intervalo de Confiança: [0% ; 9%]

Observa-se no Quadro 3.89 que a proporção de PDE na “zona adequada”, na população nacional, deve ser um valor entre [0%, 9%], isto é, somente 4% dos PDE em Portugal se encontram na “zona adequada”, com uma margem de erro de 5%. Pode-se constatar que os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada”, ou seja, são muito inferiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, não atingindo os 18 °C, sendo consideradas temperaturas muito baixas.

No Quadro 3.90 são apresentados os resultados da Temperatura Interior, nos quarenta e três pavilhões dos PDE estudados.

Quadro 3.90 - Teste à média populacional em 43 Pavilhões

Quadro 3.90 - Teste à média populacional em 43 Pavilhões					
Variável: Temperatura Interior (°C)			Amostra: 43 observações		
População: valores médios de Temperatura Interior, em Pavilhões, em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
		$18 \leq \mu < 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 18 \vee \mu \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$		
0,05	42	$\mu \geq 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-12,9	0,00
		$\mu \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-18,2	0,00

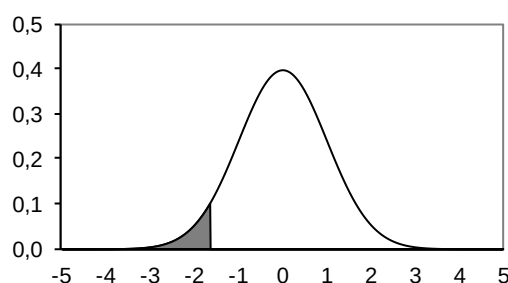


Figura 3.60 Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

Constata-se no Quadro 3.90 que como no primeiro teste $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 do primeiro teste logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Demonstra-se que os resultados mencionados são efetivos, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da temperatura interior nos quarenta e três pavilhões é de 13,1 °C, valor bastante inferior ao recomendado pela bibliografia consultada.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.91.

Quadro 3.91 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de Temperatura Interior na zona «adequada»: [18; 20]

Variável: Temperatura Interior	
Tamanho da amostra: 43	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 2%	Intervalo de Confiança: [0% ; 7%]

Ao analisar o Quadro 3.91 verifica-se que como se obteve um intervalo [0%, 7%] a proporção de Pavilhões em se encontrar na “zona adequada” é de 2%, ou seja, somente 2% dos pavilhões se encontram na “zona adequada”, com uma margem de erro de 3%. Isto acontece porque os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada”, ou seja, são muito inferiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, não atingindo os 18 °C, são consideradas temperaturas muito baixas.

No Quadro 3.92 afiguram-se os resultados da Temperatura Interior, nas vinte e cinco salas de desporto dos cinquenta PDE estudados.

Quadro 3.92 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto

Variável: Temperatura Interior (°C)		Amostra: 25 observações			
População: valores médios de Temperatura Interior, em Salas de Desporto, em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	24	$18 \leq \mu < 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 18 \vee \mu \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$		
		$\mu \geq 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-9,33	0,00
		$\mu \geq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\mu < 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-13,5	0,00

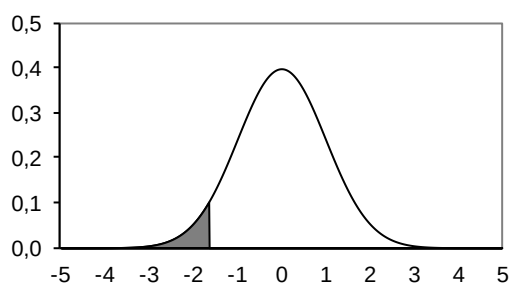


Figura 3.61 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

Verifica-se no Quadro 3.92 que como no primeiro teste $p = 0,00 < 0,05$ então rejeita-se H_0 do primeiro teste logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Os resultados mencionados evidenciam o mesmo que a análise descritiva, uma vez que se verificou que a média das médias da temperatura interior ($^{\circ}\text{C}$) nas vinte e cinco salas de desporto é de $13,5^{\circ}\text{C}$, valor bastante inferior ao recomendado pela bibliografia. Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.93.

Quadro 3.93 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de Temperatura Interior na zona «adequada»: [18; 20]

Variável: Temperatura Interior	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 8%	Intervalo de Confiança: [0% ; 19%]

No Quadro 3.93 observa-se que como se obteve um intervalo [0%, 19%] a proporção de Salas de Desporto em se encontrar na “zona adequada” é de 8%, com uma margem de erro de 9%. Mais uma vez se verifica o que se constatou nos pavilhões ou seja, os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada” ou seja, são muito inferiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, não atingindo os 18°C , são consideradas temperaturas muito baixas para a prática de atividade física, o que se verificou na análise descritiva, onde as médias da temperatura eram de 13°C . Poder-se-á inferir que estes resultados podem-se extrapolar para os PDE em Portugal, com um nível de confiança de 95%.

3.3.2.3. INFERÊNCIA PARA A HUMIDADE RELATIVA INTERIOR

Para a “zona adequada” considera-se o valor definido no capítulo Estado da Arte que para a Humidade Relativa vai de 50% a 60%. Sendo limitada inferiormente e superiormente o teste à média populacional sofre alteração tendo sido decomposto em dois testes. Para aceitar a hipótese nula, ou seja, para a média populacional se encontrar na “zona adequada” é necessário

aceitar a hipótese nula do primeiro teste e rejeitar a hipótese nula do segundo teste.

No Quadro 3.94 são apresentados os resultados da Humidade Relativa Interior, nos cinquenta PDE estudados.

Quadro 3.94 - Teste à média populacional em 50 Parques Desportivos Escolares

Variável: HR Interior (%)			Amostra: 68 observações		
População: valores médios de Humidade Relativa Interior, em Parques Desportivos Escolares, em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	67	$50 \leq \mu < 60 \%$	$\mu < 50 \vee \mu \geq 60 \%$		
		$\mu \geq 50 \%$	$\mu < 50 \%$	16,0	1,00
		$\mu \geq 60 \%$	$\mu < 60 \%$	8,56	1,00

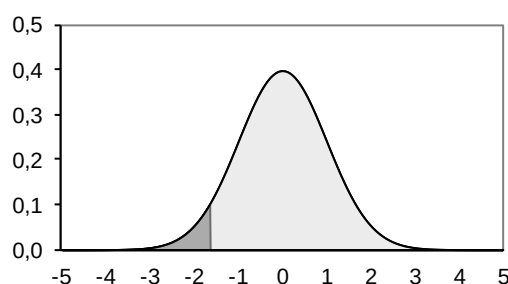


Figura 3.62 - Análise gráfica da inferência estatística nos 50 Parques Desportivos Escolares

Observa-se no Quadro 3.94 que como no primeiro teste $p = 1,00 > 0,05$ e no segundo teste $p = 1,00 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. A análise descritiva vem corroborar estes resultados, uma vez que se verificou que a média das médias da humidade relativa nos cinquenta PDE é de 72%, valor superior ao recomendado na bibliografia estudada, ou seja, a Humidade Relativa é considerada muito elevada, uma vez que se encontra acima dos 60% de HR interior.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.95.

Quadro 3.95 -Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de HR Interior na zona «adequada»: [50; 60]

Variável: HR Interior			
Tamanho da amostra:	68	Nível de Confiança:	95%
Proporção na amostra:	18%	Intervalo de Confiança:	[9%; 27%]

No Quadro 3.95 obteve-se um intervalo de [9%, 27%] verifica-se assim, que somente 18% dos PDE se encontra na “zona adequada”, com uma margem de erro de 9%. Isto acontece porque os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada”.

No Quadro 3.96 são apresentados os resultados da Humidade Relativa Interior, nos quarenta e três pavilhões dos PDE estudados.

Quadro 3.96 - Teste à média populacional em 43 Pavilhões

Variável: HR Interior (%)			Amostra: 43 observações		
População: valores médios de Humidade Relativa Interior, em Pavilhões, em situação de ocupação/aula.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
		$50 \leq \mu < 60 \%$	$\mu < 50 \vee \mu \geq 60 \%$		
0,05	42	$\mu \geq 50 \%$	$\mu < 60 \%$	12,4	1,00
		$\mu \geq 50 \%$	$\mu < 60 \%$	6,55	1,00

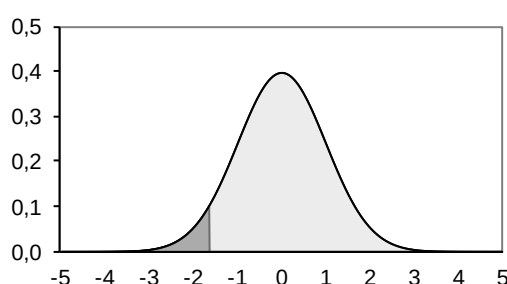


Figura 3.63 - Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

Constata-se no Quadro 3.96 que como no primeiro teste $p = 1,00 > 0,05$ e no segundo teste $p = 1,00 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. A análise descritiva vem comprovar estes resultados, uma vez que se verificou que a média das médias da HR interior nos pavilhões é de 71%, valor superior ao recomendado na bibliografia estudada, encontrando-se acima dos 60% de HR interior.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.97.

Quadro 3.97 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de HR Interior na zona «adequada»: [50; 60]

Variável: HR Interior			
Tamanho da amostra:	43	Nível de Confiança:	95%
Proporção na amostra:	16%	Intervalo de Confiança:	[5% ; 27%]

Ao analisar o Quadro 3.97 verifica-se que como se obteve um intervalo de [5%, 27%] a proporção de Pavilhões em se encontrar na “zona adequada” é de 16%, ou seja, somente 16% dos pavilhões se encontram na “zona adequada”, com uma margem de erro de 11%. Isto acontece porque os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada”, ou seja, são superiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, ultrapassando os 60%, valores de HR muito elevada para a realização de atividade física.

No Quadro 3.98 são apresentados os resultados da Humidade Relativa Interior, nas vinte e cinco salas de desporto, existentes nos cinquenta PDE estudados.

Quadro 3.98 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto

Variável: HR Interior (%)		Amostra: 25 observações			
População: valores médios de Humidade Relativa Interior, em Salas de Desporto, em situação de ocupação/aula.					
Nível significância	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
		50≤ μ < 60 %	μ <50 v μ ≥ 60 %		
α = 0,05	24	μ ≥ 50 %	μ< 50 %	10,0	1,00
		μ ≥ 60 %	μ< 60 %	5,43	1,00

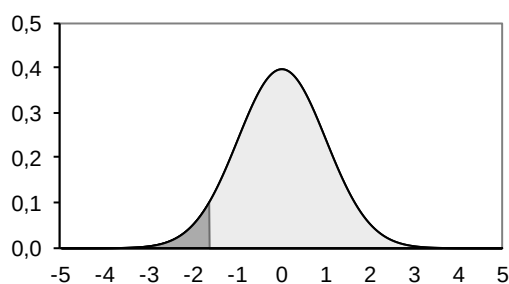


Figura 3.64 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

Verifica-se no Quadro 3.98 que como no primeiro teste $p = 1,00 > 0,05$ e no segundo teste $p = 1,00 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. A análise descritiva mais uma vez vem demonstrar estes resultados, uma vez que se verificou que a média das médias da HR interior nas salas de desporto é de 72%, valor superior ao recomendado na bibliografia estudada.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.99.

Quadro 3.99 - Intervalo de Confiança para a Proporção de 25 Salas de Desporto com valor de HR Interior na zona «adequada»: [50; 60]

Variável: HR Interior	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 20%	Intervalo de Confiança: [4% ; 36%]

Observa-se no Quadro 3.99 que como se obteve um intervalo de [4%, 36%], a proporção de salas de desporto em se encontrar na “zona adequada” é de 20% ou seja, somente 20% das salas de desporto se encontram na “zona adequada”, com uma margem de erro de 16%. Isto acontece porque os valores da amostra são muito distantes da “zona adequada”, ou seja, são superiores aos valores estipulados na bibliografia estudada, ultrapassando os 60%, valores de HR muito elevada para a realização de atividade física, tanto nos pavilhões como nas salas de desporto.

3.3.3. PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE NAS INSTALAÇÕES DESPORTIVAS ESCOLARES

Para a “zona adequada” considera-se o valor definido no capítulo Estado da Arte que para a Iluminação Natural e Iluminação Artificial vai de 400 lux a 500 lux. Sendo limitada inferiormente e superiormente o teste à média populacional sofre alteração tendo sido decomposto em dois testes. Para aceitar a hipótese nula, ou seja, para a média populacional se encontrar na zona adequada é

necessário aceitar a hipótese nula do primeiro teste e rejeitar a hipótese nula do segundo teste.

De seguida serão apresentados os resultados da luminosidade: iluminação natural e artificial, nos cinquenta PDE estudados.

3.3.3.1. INFERÊNCIA PARA A ILUMINAÇÃO NATURAL

Apresenta-se no Quadro 3.100 os resultados referentes ao parâmetro de Iluminação Natural (lux), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.100 - Teste à média populacional em 50 Parques Desportivos Escolares

Variável: I. Natural (lux)		Amostra: 68 observações			
População: valores médios de Iluminação Natural, em Parques Desportivos Escolares.					
α	Graus liberdade	H ₀	H ₁	ET	p
0,05	67	$400 \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
		$\mu \geq 400 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux}$	-0,06	0,48
		$\mu \geq 500 \text{ lux}$	$\mu < 500 \text{ lux}$	-1,45	0,08

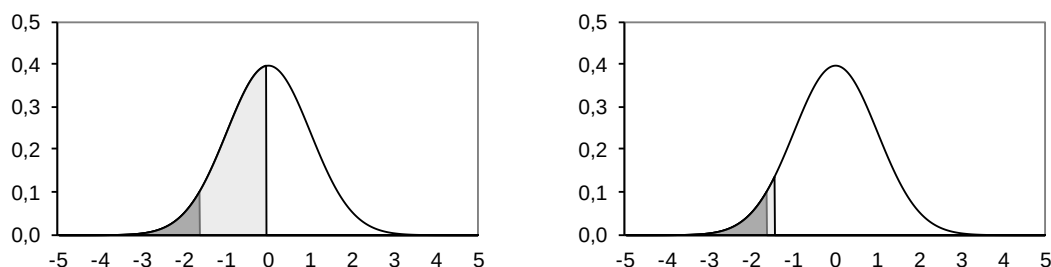


Figura 3.65 - Análise gráfica da inferência estatística nos 50 Parques Desportivos Escolares

Verifica-se no Quadro 3.100 que como no primeiro teste $p = 0,48 > 0,05$ e no segundo teste $p = 0,08 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Pode-se comprovar os resultados mencionados uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da Iluminação Natural nos PDE é de 396 (lux), valor ligeiramente inferior ao recomendado como “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na zona adequada, o teste indica o intervalo do Quadro 3.101.

Quadro 3.101 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de INatural na zona «adequada»: [400; 500]

Variável: I Natural			
Tamanho da amostra:	68	Nível de Confiança:	95%
Proporção na amostra:	10%	Intervalo de Confiança:	[3% ; 18%]

Constata-se no Quadro 3.101 que como se obteve um intervalo [3%, 18%] a proporção dos cinquenta PDE se encontrarem na “zona adequada” é de 10%, com uma margem de erro de 7%. Isto acontece porque os valores da amostra são distantes da “zona adequada”.

No Quadro 3.102 são apresentados os resultados referentes ao parâmetro de Iluminação Natural (lux), existentes nos quarenta e três Pavilhões Escolares estudados.

Quadro 3.102 -Teste à média populacional em 43 Pavilhões

Variável: INatural (lux)			Amostra: 43 observações		
População: valores médios de Iluminação Natural, em Pavilhões.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	42	$400 \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
		$\mu \geq 400 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux}$	-0,17	0,43
		$\mu \geq 500 \text{ lux}$	$\mu < 500 \text{ lux}$	-1,32	0,10

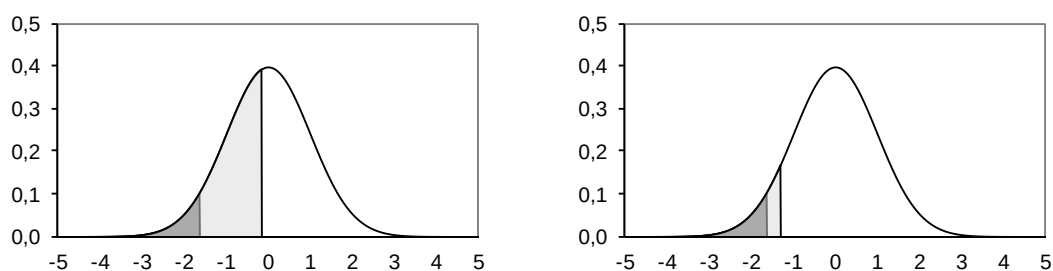


Figura 3.66 - Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

Verifica-se que no Quadro 3.102 como no primeiro teste $p = 0,43 > 0,05$ e no segundo teste $p = 0,10 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no

segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Demonstra-se que os resultados mencionados são efetivos uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da Iluminação Natural nos quarenta e três pavilhões é de 385 (lux), valor ligeiramente inferior ao estipulado como “zona adequada”. Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada” o teste indica o intervalo do Quadro 3.103.

Quadro 3.103 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de INatural na zona «adequada»: [400; 500]

Variável: INatural	
Tamanho da amostra: 43	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 9%	Intervalo de Confiança: [1% ; 18%]

Verifica-se no Quadro 3.103 que, como se obteve um intervalo [1%, 18%] a proporção dos quarenta e três Pavilhões de se encontrar na “zona adequada”, é de 9%, com uma margem de erro de 9%. Isto acontece porque os valores da amostra encontram-se muito distantes da “zona adequada”. Afigura-se no Quadro 3.104 os resultados referentes ao parâmetro de Iluminação Natural (lux), existentes nas vinte e cinco Salas de Desporto Escolares estudadas.

Quadro 3.104 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto

Quadro 3.164 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto					
Variável: INatural (lux)			Amostra: 25 observações		
População: valores médios de Iluminação Natural nas Salas de Desporto.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	24	$400 \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
		$\mu \geq 400 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux}$	0,11	0,54
		$\mu \geq 500 \text{ lux}$	$\mu < 500 \text{ lux}$	-0,68	0,25

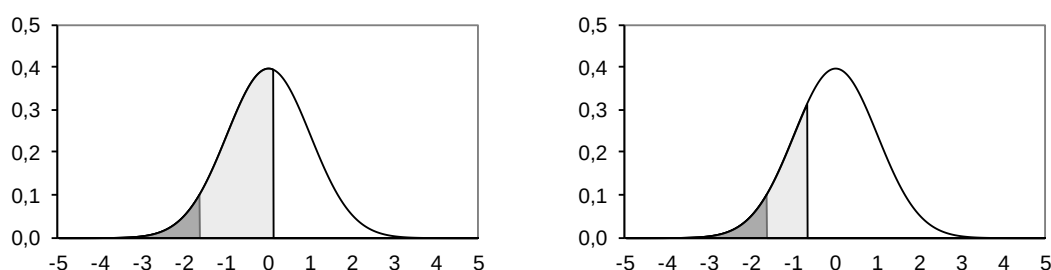


Figura 3.67 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

No Quadro 3.104 constata-se que como no primeiro teste $p = 0,54 > 0,05$ e no segundo teste $p = 0,25 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo, mais uma vez se rejeita a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Os resultados mencionados evidenciam o mesmo que a análise descritiva, uma vez que se verificou que a média das médias da Iluminação Natural nas vinte e cinco salas de desporto é de 653 (lux), valor superior ao aconselhado como “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.105.

Quadro 3.105 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de IN na zona «adequada»: [400; 500]

Variável: IN	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 12%	Intervalo de Confiança: [0% ; 25%]

Observa-se no Quadro 3.105 que como se obteve um intervalo [0%, 25%] a proporção das vinte e cinco Salas de Desporto de se encontrar na “zona adequada” é de 12%, com uma margem de erro de 12%. Isto acontece porque os valores da amostra encontram-se muito distantes da “zona adequada”.

Verifica-se que a maior parte das salas de desporto observadas não se encontram na “zona adequada” de 400-500 lux, valor indicado como o adequado neste tipo de instalações.

3.3.3.2. INFERÊNCIA PARA A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Apresenta-se no Quadro 3.106 os resultados referentes ao parâmetro de Iluminação Artificial (lux), existentes nos cinquenta Parques Desportivos Escolares estudados.

Quadro 3.106 - Teste à média populacional em 50 Parques Desportivos Escolares					
Variável: IArtificial (lux)			Amostra: 68 observações		
População: valores médios de Iluminação Artificial, em Parques Desportivos Escolares.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	67	$400 \leq \mu < 500$	$\mu < 400 \vee \mu \geq 500$		
		$\mu \geq 400$	$\mu < 400$	3,47	1,00
		$\mu \geq 500$	$\mu < 500$	2,11	0,98

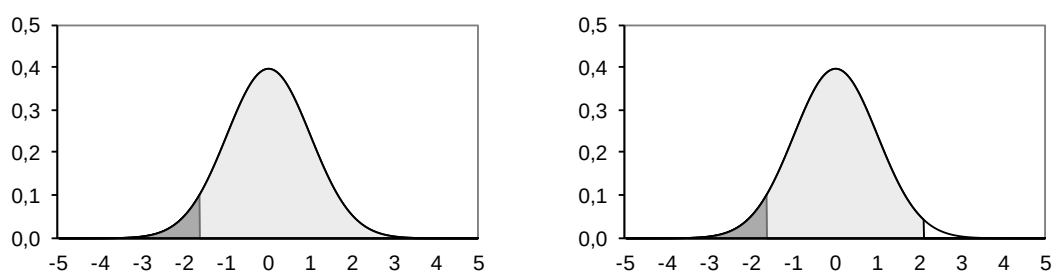


Figura 3.68 - Análise gráfica da inferência estatística nos 50 Parques Desportivos Escolares

No Quadro 3.106 verifica-se que como no primeiro teste $p = 1,00 > 0,05$ e no segundo teste $p = 0,98 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Podem-se comprovar os resultados mencionados, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada, verificou-se que a média das médias da iluminação artificial nos PDE é de 655 (lux), valor superior ao recomendado como “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada” o teste indica o intervalo do Quadro 3.107.

Quadro 3.107 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Parques Desportivos Escolares com valor de IArtificial na zona «adequada»: [400; 500]

Variável: IArtificial	
Tamanho da amostra: 68	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 16%	Intervalo de Confiança: [7% ; 25%]

Verifica-se no Quadro 3.107 que como se obteve um intervalo [7%, 25%] a proporção dos PDE é de 16%, logo somente 16% dos PDE se encontram na “zona adequada”, com uma margem de erro de 9%.

No Quadro 3.108 afiguram-se os resultados referentes ao parâmetro de Iluminação Artificial (lux), existentes nos quarenta e três Pavilhões Escolares estudados.

Quadro 3.108 - Teste à média populacional nos 43 Pavilhões

Variável: IArtificial (lux)		Amostra: 43 observações			
População: valores médios de Iluminação Artificial, em Pavilhões.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	42	$400 \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
		$\mu \geq 400 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux}$	3,36	1,00
		$\mu \geq 500 \text{ lux}$	$\mu < 500 \text{ lux}$	1,81	0,96

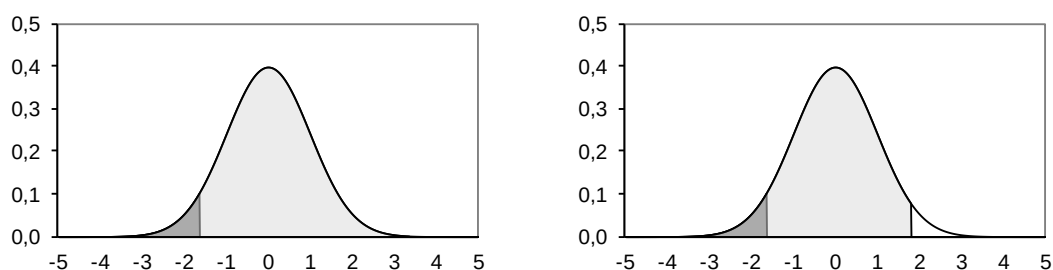


Figura 3.69 - Análise gráfica da inferência estatística nos 43 Pavilhões

Constata-se no Quadro 3.108 que como no primeiro teste $p = 1,00 > 0,05$ e no segundo teste $p = 0,96 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Demonstra-se que os resultados mencionados são efetivos, uma vez que na análise descritiva anteriormente realizada verificou-se que a

média das médias da iluminação artificial nos pavilhões é de 616 (lux), valor superior ao estipulado como o ideal para este tipo de instalações.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.109.

Quadro 3.109 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Pavilhões com valor de I. Artificial na zona «adequada»: [400; 500]

Variável: I. Artificial	
Tamanho da amostra: 43	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 14%	Intervalo de Confiança: [4% ; 24%]

No Quadro 3.109 observa-se que como se obteve um intervalo [4%, 24%], a proporção dos Pavilhões é de 14%, constatando-se que somente 14% dos pavilhões se encontra na “zona adequada”, com uma margem de erro de 10%. No Quadro 3.110 afiguram-se os resultados referentes ao parâmetro de Iluminação Artificial (lux), existentes nas vinte e cinco Salas de Desporto estudadas.

Quadro 3.110 - Teste à média populacional em 25 Salas de Desporto

Variável: IArtificial (lux)		Amostra: 25 observações			
População: valores médios de Iluminação Artificial nas Salas de Desporto.					
α	Graus liberdade	H_0	H_1	ET	p
0,05	24	$400 \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
		$\mu \geq 400 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux}$	1,91	0,97
		$\mu \geq 500 \text{ lux}$	$\mu < 500 \text{ lux}$	1,32	0,90

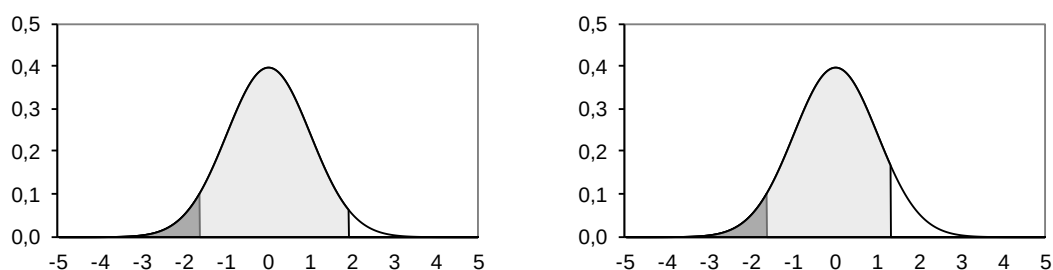


Figura 3.70 - Análise gráfica da inferência estatística nas 25 Salas de Desporto

Verifica-se que, no Quadro 3.110 como no primeiro teste $p = 0,97 > 0,05$ e no segundo teste $p = 0,90 > 0,05$ então não se rejeita H_0 do primeiro teste, nem no segundo teste, logo rejeitamos a hipótese de a média populacional estar na “zona adequada”. Os resultados mencionados evidenciam o mesmo que a análise descritiva, uma vez que se verificou que a média das médias da iluminação artificial (lux) nas salas de desporto é de 722 (lux), valor bastante superior ao recomendado como “zona adequada”.

Relativamente à proporção de indivíduos da população na “zona adequada”, o teste indica o intervalo do Quadro 3.111.

Quadro 3.111 - Intervalo de Confiança para a Proporção de Salas de Desporto com valor de IArtificial na zona «adequada»: [400; 500]

Variável: IArtificial	
Tamanho da amostra: 25	Nível de Confiança: 95%
Proporção na amostra: 20%	Intervalo de Confiança: [4% ; 36%]

Verifica-se no Quadro 3.111 que se obteve um intervalo [4%, 36%] e a proporção das Salas de Desporto é de 20%, com uma margem de erro de 16%. Constata-se que somente 20% das salas de desporto se encontra na “zona adequada”. Isto acontece porque os valores da amostra encontram-se muito distantes da “zona adequada”.

Conclui-se que os valores da iluminação natural são inferiores aos valores estipulados como “zona adequada” e os valores da iluminação artificial são superiores na maior parte dos PDE em Portugal, verificando-se que nenhuma instalação desportiva se encontra na “zona adequada” estipulada de 400-500 lux.

3.3.4. CONCLUSÕES DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

No Quadro 3.112, apresentam-se resumidamente os resultados obtidos para cada parâmetro.

Os valores que se apresentam a negrito são os referentes à hipótese que foi aceite.

Quadro 3.112 – Quadro resumo dos resultados obtidos da inferência estatística nos parâmetros acústicos, nos 50 Escolas

Resumo da Inferência Estatística – Parâmetros Acústicos					
Parâmetro	População	Amostra N	H ₀	H ₁	Valor p
L _{Aeq}	PDE	68	$\mu \leq 80$ dBA	$\mu > 80$ dBA	0,78
	PAV	43	$\mu \leq 80$ dBA	$\mu > 80$ dBA	0,18
	SD	25	$\mu \leq 80$ dBA	$\mu > 80$ dBA	0,98
L _{Aeq_rf}	PDE	68	$\mu \leq 40$ dBA	$\mu > 40$ dBA	0,00
	PAV	43	$\mu \leq 40$ dBA	$\mu > 40$ dBA	0,00
	SD	25	$\mu \leq 40$ dBA	$\mu > 40$ dBA	0,63
TR	PDE	14	$\mu \leq 1,5$ s	$\mu > 1,5$ s	0,00
	PAV	8	$\mu \leq 1,5$ s	$\mu > 1,5$ s	0,00
	SD	6	$\mu \leq 1,5$ s	$\mu > 1,5$ s	0,00
RASTI	PDE	68	$\mu \geq 0,45$	$\mu < 0,45$	0,00
	PAV	43	$\mu \geq 0,45$	$\mu < 0,45$	0,00
	SD	25	$\mu \geq 0,45$	$\mu < 0,45$	0,00

PDE – Parques Desportivos Escolares PAV – Pavilhões SD – Salas de Desporto L_{Aeq} - Nível sonoro equivalente
 L_{Aeq_rf} - Ruído de fundo TR – Tempo de Reverberação RASTI – Inteligibilidade da P

Quadro 3.113 - Quadro resumo dos resultados obtidos da inferência estatística nos parâmetros higrotérmicos e de nos 50 Escolas

Resumo da Inferência Estatística – Parâmetros Higrotérmicos					
Parâmetro	População	Amostra	H ₀	H ₁	Valor p
Vent	PDE	68	$1,5 \text{ m/s} \leq \mu < 2 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s} \vee \mu \geq 2 \text{ m/s}$	
			$\mu \geq 1,5 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s}$	0,00
			$\mu \geq 2 \text{ m/s}$	$\mu < 2 \text{ m/s}$	0,00
	PAV	43	$1,5 \text{ m/s} \leq \mu < 2 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s} \vee \mu \geq 2 \text{ m/s}$	
			$\mu \geq 1,5 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s}$	0,00
			$\mu \geq 2 \text{ m/s}$	$\mu < 2 \text{ m/s}$	0,00
	SD	25	$1,5 \text{ m/s} \leq \mu < 2 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s} \vee \mu \geq 2 \text{ m/s}$	
			$\mu \geq 1,5 \text{ m/s}$	$\mu < 1,5 \text{ m/s}$	0,00
			$\mu \geq 2 \text{ m/s}$	$\mu < 2 \text{ m/s}$	0,00
Tli	PDE	68	$18^\circ\text{C} \leq \mu < 20^\circ\text{C}$	$\mu < 18^\circ\text{C} \vee \mu \geq 20^\circ\text{C}$	
			$\mu \geq 18^\circ\text{C}$	$\mu < 18^\circ\text{C}$	0,00
			$\mu \geq 20^\circ\text{C}$	$\mu < 20^\circ\text{C}$	0,00
	PAV	43	$18^\circ\text{C} \leq \mu < 20^\circ\text{C}$	$\mu < 18^\circ\text{C} \vee \mu \geq 20^\circ\text{C}$	
			$\mu \geq 18^\circ\text{C}$	$\mu < 18^\circ\text{C}$	0,00
			$\mu \geq 20^\circ\text{C}$	$\mu < 20^\circ\text{C}$	0,00
	SD	25	$18^\circ\text{C} \leq \mu < 20^\circ\text{C}$	$\mu < 18^\circ\text{C} \vee \mu \geq 20^\circ\text{C}$	
			$\mu \geq 18^\circ\text{C}$	$\mu < 18^\circ\text{C}$	0,00
			$\mu \geq 20^\circ\text{C}$	$\mu < 20^\circ\text{C}$	0,00
HRi	PDE	68	$50\% \leq \mu < 60\%$	$\mu < 50\% \vee \mu \geq 60\%$	
			$\mu \leq 50\%$	$\mu > 50\%$	1,00
			$\mu \leq 60\%$	$\mu > 60\%$	1,00
	PAV	43	$50\% \leq \mu < 60\%$	$\mu < 50\% \vee \mu \geq 60\%$	
			$\mu \leq 50\%$	$\mu > 50\%$	1,00
			$\mu \leq 60\%$	$\mu > 60\%$	1,00
	SD	25	$50\% \leq \mu < 60\%$	$\mu < 50\% \vee \mu \geq 60\%$	
			$\mu \leq 50\%$	$\mu > 50\%$	1,00
			$\mu \leq 60\%$	$\mu > 60\%$	1,00
PDE – Parques Desportivos Escolares PAV – Pavilhões SD – Salas de Desporto Vent – Ventilação no solo Tli – Temperatura Interior HRi – Humidade Relativa Interior					

PDE – Parques Desportivos Escolares PAV – Pavilhões SD – Salas de Desporto
 Vent – Ventilação no solo Tli – Temperatura Interior HRi – Humidade Relativa Interior

Quadro 3.114 - Quadro resumo dos resultados obtidos da inferência estatística nos parâmetros de luminosidade nos 50 Escolas

Resumo da Inferência Estatística – Parâmetros de Luminosidade						
Parâmetro		População	Amostra	H ₀	H ₁	Valor p
IN	PDE	68	$400 \text{ lux} \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux} \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
			$\mu \leq 400 \text{ lux}$	$\mu > 400 \text{ lux}$	0,48	
			$\mu \leq 500 \text{ lux}$	$\mu > 500 \text{ lux}$		0,08
	PAV	43	$400 \text{ lux} \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux} \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
			$\mu \leq 400 \text{ lux}$	$\mu > 400 \text{ lux}$	0,43	
			$\mu \leq 500 \text{ lux}$	$\mu > 500 \text{ lux}$		0,10
	SD	25	$400 \text{ lux} \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux} \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
			$\mu \leq 400 \text{ lux}$	$\mu > 400 \text{ lux}$	0,54	
			$\mu \leq 500 \text{ lux}$	$\mu > 500 \text{ lux}$		0,25
IA	PDE	68	$400 \text{ lux} \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux} \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
			$\mu \leq 400 \text{ lux}$	$\mu > 400 \text{ lux}$	1,00	
			$\mu \leq 500 \text{ lux}$	$\mu > 500 \text{ lux}$		0,98
	PAV	43	$400 \text{ lux} \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux} \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
			$\mu \leq 400 \text{ lux}$	$\mu > 400 \text{ lux}$	1,00	
			$\mu \leq 500 \text{ lux}$	$\mu > 500 \text{ lux}$		0,96
	SD	25	$400 \text{ lux} \leq \mu < 500 \text{ lux}$	$\mu < 400 \text{ lux} \vee \mu \geq 500 \text{ lux}$		
			$\mu \leq 400 \text{ lux}$	$\mu > 400 \text{ lux}$	0,97	
			$\mu \leq 500 \text{ lux}$	$\mu > 500 \text{ lux}$		0,90

PDE – Parques Desportivos Escolares
IA – Iluminação Artificial

PAV – Pavilhões

SD – Salas de Desporto

IN – Iluminação Natural

3.4. ANÁLISE BIVARIADA

Nesta fase deste capítulo comparam-se os resultados obtidos para os parâmetros acústicos, parâmetros higrotérmicos, parâmetros de luminosidade com os parâmetros arquitetónicos dos Parques Desportivos Escolares (PDE). A relação entre os valores dos parâmetros arquitetónicos, com os valores médios dos outros parâmetros, permitirá concluir acerca do grau de influência das dimensões dos PDE (volume) e verificar possíveis relações com os restantes parâmetros. Realiza-se ainda uma comparação entre os valores dos parâmetros acústicos entre si, os valores dos parâmetros higrotérmicos entre si e os valores dos parâmetros de luminosidade entre si.

3.4.1. DESCRIÇÃO

Nas várias subseções desta secção são estudadas as correlações entre diferentes pares de variáveis. Para cada par efetuou-se o cálculo do coeficiente de determinação (R^2) associado a diferentes situações de análise de regressão: linear, quadrática, cúbica, exponencial e logarítmica. Essa

regressão usa o método dos mínimos quadrados para obter uma estimativa y^{est} de y .

Designa-se por $x_1, x_2, \dots, x_n$ os valores observados para a variável x e por $y_1, y_2, \dots, y_n$ os valores observados para a variável y . Cada tipo de regressão evidencia uma função y^{est} , isto é, um modelo matemático que permite estimar o valor $y(x)$ para cada x compreendido entre o mínimo valor observado para x e o máximo valor observado para x (isto é, no domínio de análise). Nos pontos observados, $x_1, x_2, \dots, x_n$ é natural que os valores observados e estimados não coincidam, isto é, que $y^{est}(x_i) \neq y_i$. No método dos mínimos quadrados procura-se a função y^{est} que minimize a soma: $(y^{est}(x_1) - y_1)^2 + (y^{est}(x_2) - y_2)^2 + \dots + (y^{est}(x_n) - y_n)^2$, que mede a diferença entre os valores estimados e observados.

Na regressão linear adquire-se a função estimadora da forma $y^{est}(x) = ax + b$.

Na regressão quadrática adquire-se a função estimadora da forma $y^{est}(x) = ax^2 + bx + c$. Na regressão cúbica adquire-se a função estimadora da forma $y^{est}(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$. Na regressão exponencial adquire-se a função estimadora da forma $y^{est}(x) = a \times e^{bx}$, onde e representa o número de Neper (aproximadamente 2,718). Na regressão logarítmica adquire-se a função estimadora da forma $y^{est}(x) = a \ln(x) + b$, onde $\ln$ representa o logaritmo de base e .

Para cada tipo de regressão o coeficiente de determinação (R^2), calcula-se por

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y^{est}(x_i) - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

O numerador mede o desvio dos valores estimados relativamente à média dos valores observados e o denominador mede o desvio dos valores observados relativamente à média dos mesmos. R^2 é uma medida de “qualidade” do modelo em relação à sua eficácia em estimar corretamente os valores da

variável. R^2 indica quanto da variância da variável é explicada pelo modelo por exemplo, se $R^2 = 0,78$ significa que 78% da variabilidade do parâmetro é explicado pelo modelo matemático proposto para a estimar. O valor de R^2 está sempre compreendido entre 0 e 1. Valores próximos de 0 indicam pouca correlação entre as variáveis e valores próximos de 1 indicam forte correlação entre as variáveis. Assim, opta-se por efetuar todos os cinco tipos de regressão apresentados para cada par de variáveis mas aproveita-se para este estudo o tipo que conduzir a um valor de R^2 mais elevado. No caso de valores semelhantes seleciona-se a regressão linear.

3.4.2. MELHORES CORRELAÇÕES SIMPLES, RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS ACÚSTICOS, HIGROTÉRMICOS, DE LUMINOSIDADE E ARQUITETÓNICOS

Apresentam-se no Quadro 3.115 as melhores correlações simples referentes aos valores médios correspondentes aos PDE, Pavilhões e Salas de Desporto, entre os parâmetros acústicos, parâmetros higrotérmicos, luminosidade e arquitetónicos. Efetuou-se uma análise entre os diferentes parâmetros acústicos, entre os diferentes parâmetros higrotérmicos, entre os diferentes parâmetros de luminosidade e todos estes com os parâmetros arquitetónicos, tentando estabelecer diversas correlações, baseadas em modelos simples, entre os valores médios obtidos, relativamente aos PDE, Pavilhões e Salas de Desporto.

Efetuando uma análise ao Quadro 3.115 pode-se concluir que os parâmetros acústicos que melhor correlação obtiveram foram: Ocupação com L_{Aeq} ; TR com RASTI. No que concerne aos parâmetros higrotérmicos verificou-se melhor correlação entre Temperatura Exterior com a Temperatura Interior e a Humidade Relativa Exterior com a Humidade Relativa Interior. No que diz respeito aos parâmetros de luminosidade, observou-se que a melhor correlação verificou-se entre a Iluminação Natural e a Artificial. Por fim, verificou-se que nos parâmetros arquitetónicos só se obteve uma correlação, sendo esta entre o volume e o TR.

Assim sendo apresentam-se somente as melhores correlações obtidas nos modelos simples entre os parâmetros referidos acima, usando os valores médios obtidos nos PDE.

Quadro 3.115 - Melhores correlações simples entre parâmetros acústicos, parâmetros higrotérmicos, parâmetros de luminosidade e arquitetônicos (em negrito estão assinalados os $R^2 \geq 0,50$).

Variáveis		PDE		Pavilhões		Salas de Desporto	
Independente (x)	Dependente (y)	Tipo Regressão	R ²	Tipo Regressão	R ²	Tipo Regressão	R ²
Ocupação	L _{Aeq}	Linear	0,66	Linear	0,71	Linear	0,89
N.º Turmas	L _{Aeq}	Linear	0,20	Linear	0,19	Linear	0,09
L _{Aeq} (rf)	L _{Aeq}	Linear	0,04	Linear	0,01	Cúbica	0,14
L _{Aeq}	RASTI	Linear	0,05	Cúbica	0,08	Cúbica	0,01
TR	L _{Aeq}	Cúbica	0,15	Quadrática	0,30	Quadrática	0,01
TR	L _{Aeq} (rf)	Cúbica	0,12	Logarítmica	0,15	Exponencial	0,08
TR	RASTI	Quadrática	0,81	Linear	0,04	Quadrática	0,93
Ventilação	T Interior	Quadrática	0,09	Quadrática	0,11	Quadrática	0,04
Ventilação	HR Interior	Quadrática	0,01	Quadrática	0,01	Quadrática	0,02
T Exterior	T Interior	Linear	0,64	Linear	0,66	Linear	0,67
HR Exterior	HR Interior	Linear	0,71	Linear	0,74	Linear	0,66
T Interior	HR Interior	Cúbica	0,16	Cúbica	0,14	Cúbica	0,46
I. Natural	I. Artificial	Linear	0,47	Quadrática	0,39	Linear	0,93
Volume	L _{Aeq}	Quadrática	0,12	Cúbica	0,10	Cúbica	0,06
Volume	TR	Linear	0,33	Linear	0,07	Linear	0,10
Volume	RASTI	Cúbica	0,47	Cúbica	0,35	Cúbica	0,28
Volume	Ventilação	Linear	0,00	Cúbica	0,08	Cúbica	0,03
Volume	T Interior	Cúbica	0,01	Cúbica	0,01	Cúbica	0,19
Volume	HR Interior	Cúbica	0,01	Cúbica	0,02	Cúbica	0,07
Volume	I. Natural	Cúbica	0,06	Cúbica	0,11	Exponencial	0,05
Volume	I. Artificial	Cúbica	0,06	Cúbica	0,15	Exponencial	0,08

PDE – Parques Desportivos Escolares

3.4.3. MELHORES CORRELAÇÕES SIMPLES, RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS ACÚSTICOS

Apresentam-se no Quadro 3.116 as melhores correlações obtidas nos modelos simples dos parâmetros acústicos entre si, usando os valores médios obtidos nos PDE, nos Pavilhões e nas Salas de Desporto. O valor de R^2 pode ser entendido como a variabilidade entre os parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 3.116 – Melhores modelos simples dos parâmetros acústicos entre si.

TIPOLOGIA	CORRELAÇÕES	R^2
PDE	$L_{Aeq} = 15,505\text{Ocupação} + 48,336$	0,66
Pavilhões	$L_{Aeq} = 13,615\text{Ocupação} + 48,822$	0,71
Salas de Desporto	$L_{Aeq} = 34,888\text{Ocupação} + 40,636$	0,89
PDE	$RASTI = - 0,0276TR + 0,482$	0,81
Pavilhões	$RASTI = - 0,0047TR + 0,139[TR]^2 + 0,334$	0,04
Salas de Desporto	$RASTI = 0,0315[TR]^2 - 0,261TR + 0,900$	0,93

PDE – Parques Desportivos Escolares

Apresentam-se da Figura 3.71 à Figura 3.76 de forma mais elucidativa, os gráficos das melhores correlações simples obtidas, nos PDE e entre os Pavilhões e as Salas de Desporto, nos parâmetros acústicos entre si.

3.4.3.1. CORRELAÇÃO ENTRE OCUPAÇÃO E O VALOR DE L_{Aeq}

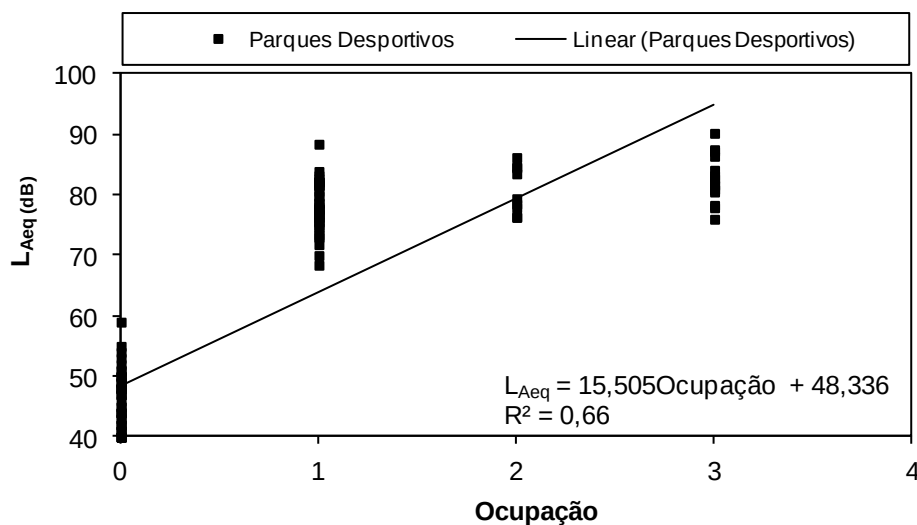


Figura 3.71 – Melhor correlação entre os valores médios do L_{Aeq} (dB) e Ocupação nos 50 Parques Desportivos Escolares estudados.

Analisando a Figura 3.71 verifica-se que nos Parques Desportivos Escolares (PDE), na regressão linear obteve-se um valor de $R^2=0,66$. Isto significa que aproximadamente 66% da variação do valor de L_{Aeq} é explicada pela variação da Ocupação. O valor 15,505 (declive da reta) indica que o aumento de zero para uma turma provoca aproximadamente um aumento de 16 dB no valor de L_{Aeq} . Este valor permite considerar que se tem uma correlação significativa entre o número de turmas e o valor de L_{Aeq} .

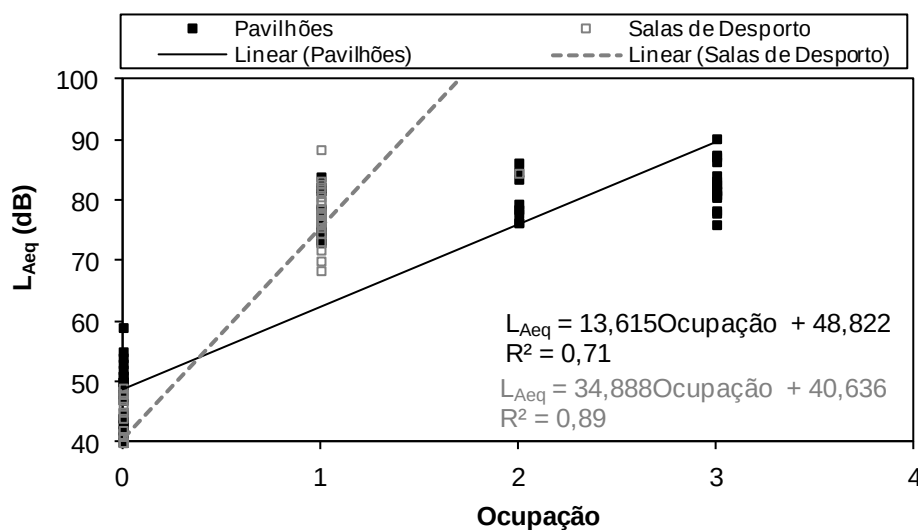


Figura 3.72 - Melhor correlação entre os valores médios do L_{Aeq} (dB) e Ocupação nos 43 Pavilhões e nas 25 Salas de Desporto.

Ao analisar separadamente os Pavilhões e Salas de Desporto representados na Figura 3.72 obtém-se $R^2=0,71$ para os Pavilhões e $R^2=0,89$ para as Salas de Desporto. Assim, nos Pavilhões aproximadamente 71% da variação de L_{Aeq} é explicada pela variação do número de turmas e nas Salas de Desporto 89% explica essa variação. A equação das retas de regressão permitem concluir que nos pavilhões um aumento de zero para uma turma provoca aproximadamente um aumento de 14 dB e nas Salas de Desporto um aumento de 35 dB no valor de L_{Aeq} .

Ao se ajustar esta análise de uma a três turmas observa-se na Figura 3.73 que nos PDE, na regressão linear obteve-se um valor de $R^2=0,20$. Isto significa que aproximadamente 20% da variação do valor de L_{Aeq} é explicada pela variação do Número de Turmas. A reta de regressão é representada pela equação $L_{Aeq} = 2,2366N.^{\circ} \text{ de Turmas} + 75,949$. O valor 2,2366 (declive da reta) indica que o aumento de uma turma provoca aproximadamente um aumento de 2 dB no valor de L_{Aeq} , mas apenas dentro do intervalo de valores observados para a variável x , isto é, de uma a três turmas. O valor 75,949 (interseção com o eixo dos yy) não deve, neste caso, ser interpretado pois o valor 0 não está compreendido entre os valores observados para a variável x . Como a regressão é linear pode-se calcular o coeficiente de correlação linear de Pearson e obtém-se $r = \sqrt{R^2} = 0,45$. Este valor permite considerar que se tem uma correlação significativa entre o número de turmas e o valor de L_{Aeq} .

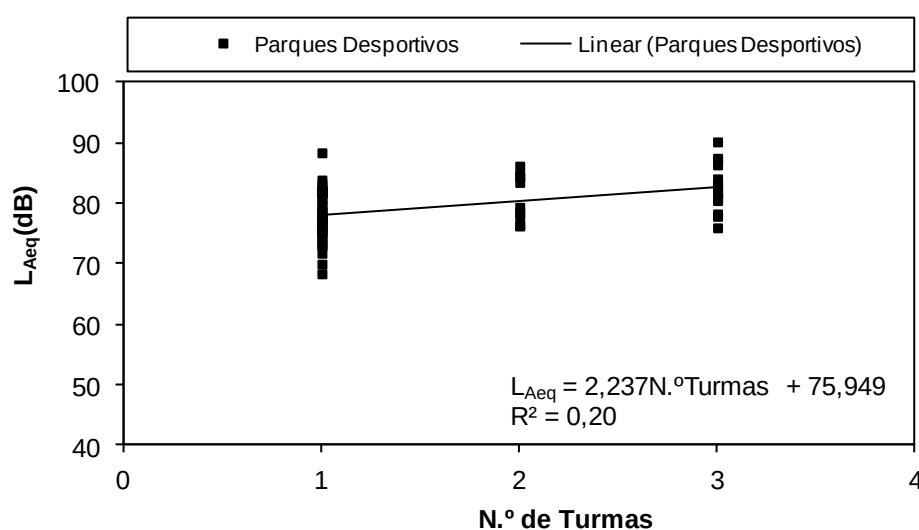


Figura 3.73 - Melhor correlação entre os valores médios do L_{Aeq} (dB) e N.º de Turmas nos 50 Parques Desportivos Escolares estudados.

Ao analisar a Figura 3.74 e separadamente só os Pavilhões obtém-se $R^2=0,19$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 19% da variação de L_{Aeq} é explicada pela variação do número de turmas. A equação da reta de regressão é $L_{Aeq} = 1,897N.^{\circ}Turmas + 76,806$, portanto um aumento de uma turma provoca aproximadamente um aumento de 1,9 dB no valor de L_{Aeq} .

Considerando separadamente só as Salas de Desporto obtém-se $R^2=0,09$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 9% da variação de L_{Aeq} é explicada pela variação do número de turmas. A equação da reta de regressão é $L_{Aeq} = 6,816N.^{\circ}Turmas + 70,867$, portanto um aumento de uma turma provoca aproximadamente um aumento de 6,8 dB no valor de L_{Aeq} , no entanto o R^2 é muito baixo pelo que este resultado poderá ser duvidoso.

Nas Salas de Desporto a variação do número de turmas explica a variação de L_{Aeq} em menor percentagem talvez porque as Salas de Desporto sejam mais suscetíveis a outros fatores que influenciam o valor de L_{Aeq} , tais como, colchões que possam servir como absorventes sonoros. O aumento considerável do declive da reta de regressão linear no caso das Salas de Desporto pode ser consequência de, neste tipo de espaços, existir normalmente uma turma.

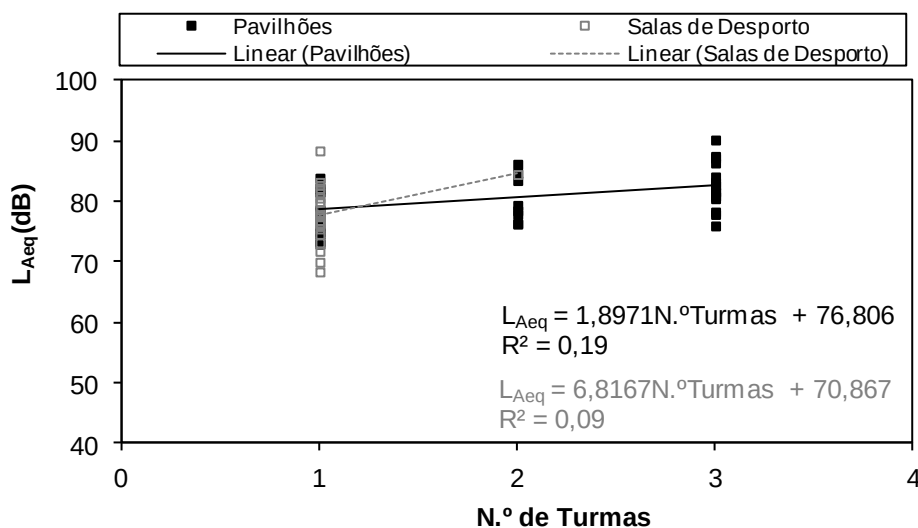


Figura 3.74 - Melhor correlação entre os valores médios do L_{Aeq} (dB) e N.º de Turmas nos 43 Pavilhões e nas 25 Salas de Desporto.

3.4.3.2. CORRELAÇÃO ENTRE AS MODALIDADES E OS VALORES DE L_{Aeq}

Apresentam-se no Quadro 3.117 os resultados obtidos entre as modalidades e o parâmetro L_{Aeq} , usando os valores médios obtidos nas instalações desportivas escolares onde somente existia uma turma, para minimizar o efeito de outras variáveis no valor de L_{Aeq} . Verificando-se que a maior parte dessas instalações são as salas de desporto, devido às suas dimensões só se encontra uma turma, realizando na maior parte a modalidade de ginástica, uma vez que estas instalações têm características muito específicas onde existem materiais específicos para a prática desta modalidade.

O objetivo desta análise é verificar se existe associação (dependência) entre o tipo de modalidades lecionadas e o parâmetro L_{Aeq} .

Assim formulam-se duas hipóteses:

H_0 : as modalidades têm todas, o mesmo valor médio para L_{Aeq}

H_1 : Há pelo menos uma modalidade com o valor médio para L_{Aeq} distinto

Quadro 3.117 – Resultados obtidos entre modalidades e os valores de L_{Aeq}			
MODALIDADES	N.º POR ESPAÇO	MÉDIA DO L_{Aeq}	DESVIO-PADRÃO
Andebol	4	80 dB	2,8
Atletismo	1	73 dB	.
Badminton	1	77 dB	.
Basquetebol	5	79 dB	2,4
Dança	2	80 dB	3,5
Futebol	1	79 dB	.
Ginástica	21	77 dB	4,6
Voleibol	6	80 dB	4,0
Patinagem	1	80 dB	.
Total	42	78 dB	4,0

Ao observar o Quadro 3.117 pode-se constatar que nenhuma modalidade ultrapassa os 80 dB, nem mesmo as modalidades que poderiam ser consideradas mais ruidosas, tais como Basquetebol e Dança. Estes valores encontram-se dentro dos valores de referência previstos na Legislação Portuguesa (RRAE, 2008).

O Quadro 3.118 apresenta a resposta à formulação das hipóteses anteriores ao se verificar que como $p = 0,646$ é maior que 0,05 então não se rejeita H_0 e assume-se que a modalidade praticada nas instalações desportivas escolares

não influencia o valor de L_{Aeq} , ou seja, a modalidade desportiva a lecionar na aula não influencia os valores de L_{Aeq} medidos.

Quadro 3.118– Associação entre modalidades e o L_{Aeq}

PARÂMETROS	GRAUS DE LIBERDADE	ESTATÍSTICA DO TESTE	VALOR DE P
Modalidades* L_{Aeq}	41	0,752	0,646

Após realizada esta análise pode-se concluir que o L_{Aeq} não varia em função da modalidade desportiva lecionada mas sim em função do número de turmas em atividade, em simultâneo.

3.4.3.3. CORRELAÇÃO ENTRE O PARÂMETRO RASTI E O PARÂMETRO TR

Ao observar a Figura 3.75 verifica-se que nos PDE, 72% da variabilidade dos valores obtidos para o parâmetro acústico RASTI é justificado pelo parâmetro acústico TR. O valor negativo 0,0276 (declive da reta) indica que a diminuição de um segundo no TR provoca um aumento de 0,03 no valor de RASTI. Este valor permite considerar que se tem uma correlação significativa entre o TR e o valor de RASTI.

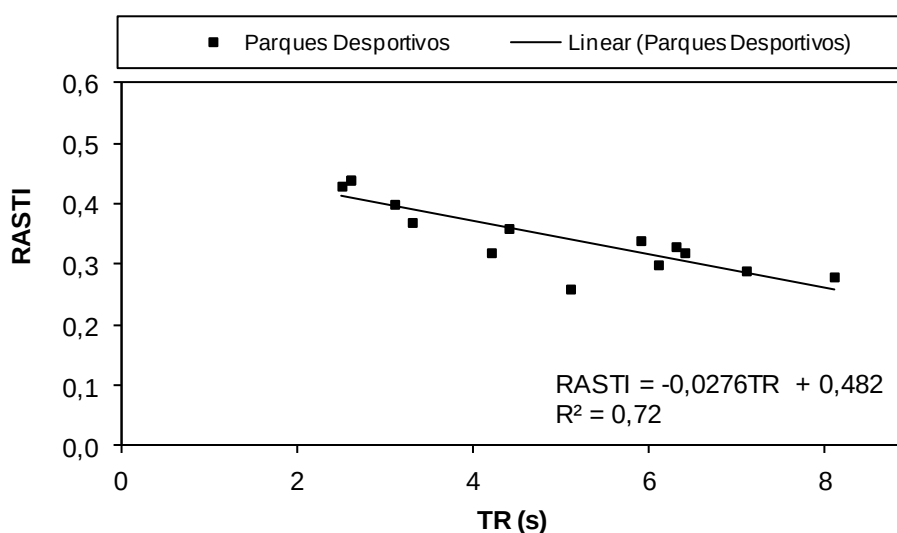


Figura 3.75 - Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e TR nos 14 PDE.

Analisando também, a variabilidade para o parâmetro acústico RASTI médio e o TR, distinguindo os Pavilhões e as Salas de Desporto, verificou-se na Figura 3.76 que nos Pavilhões 0,04% da variabilidade dos valores obtidos para o parâmetro acústico RASTI é justificado pelo parâmetro acústico TR. Para as

Salas de Desporto, 93% da variabilidade dos valores obtidos para o RASTI é justificado pelo TR.

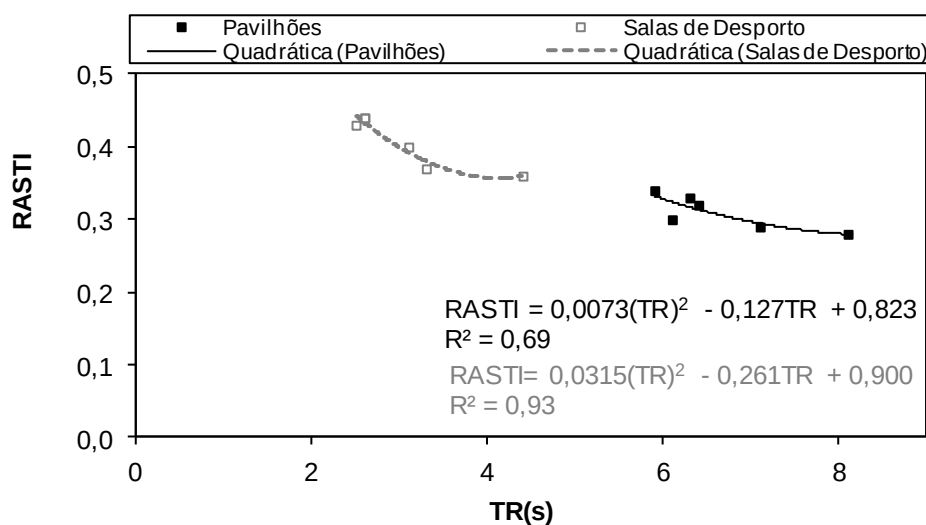


Figura 3.76 - Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e TR nos 8 Pavilhões e nas 6 Salas de Desporto.

3.4.4. MELHORES CORRELAÇÕES SIMPLES, RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS

Apresentam-se no Quadro 3.119 as melhores correlações obtidas nos modelos simples dos parâmetros higrotérmicos entre si, usando os valores médios obtidos nos PDE, nos Pavilhões e nas Salas de Desporto. O valor de R^2 pode ser entendido como a variabilidade entre os parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 3.119 - Melhores modelos simples dos parâmetros higrotérmicos entre si.

TIPOLOGIA	CORRELAÇÕES	R^2
PDE	$T_{Interior} = 0,486T_{Exterior} + 7,465$	0,64
Pavilhões	$T_{Interior} = 0,514T_{Exterior} + 6,828$	0,66
Salas de Desporto	$T_{Interior} = 0,468T_{Exterior} + 8,171$	0,67
PDE	$HR_{Interior} = 0,562HR_{Exterior} + 32,174$	0,71
Pavilhões	$HR_{Interior} = 0,562HR_{Exterior} + 32,174$	0,74
Salas de Desporto	$HR_{Interior} = 0,562HR_{Exterior} + 32,174$	0,66

PDE – Parques Desportivos Escolares

Apresentam-se na Figura 3.77 à Figura 3.80 de forma mais elucidativa, os gráficos das melhores correlações simples obtidas, nos PDE e entre os Pavilhões e as Salas de Desporto, nos parâmetros higrotérmicos entre si.

3.4.4.1. CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES DA TEMPERATURA EXTERIOR E OS VALORES DA TEMPERATURA INTERIOR

Analisando a Figura 3.77 verifica-se que nos Parques Desportivos Escolares (PDE), na regressão linear obteve-se um valor de $R^2=0,64$. Isto significa que aproximadamente 64% da variação do valor da Temperatura Exterior é explicada pela variação da Temperatura Interior. O valor 0,486 (declive da reta) indica que o aumento da Temperatura Exterior provoca aproximadamente um aumento de 0,5 °C no valor da Temperatura Interior. Este valor permite considerar que se tem uma correlação significativa entre a Temperatura Exterior e a Temperatura Interior uma vez que se uma aumenta a outra também aumenta.

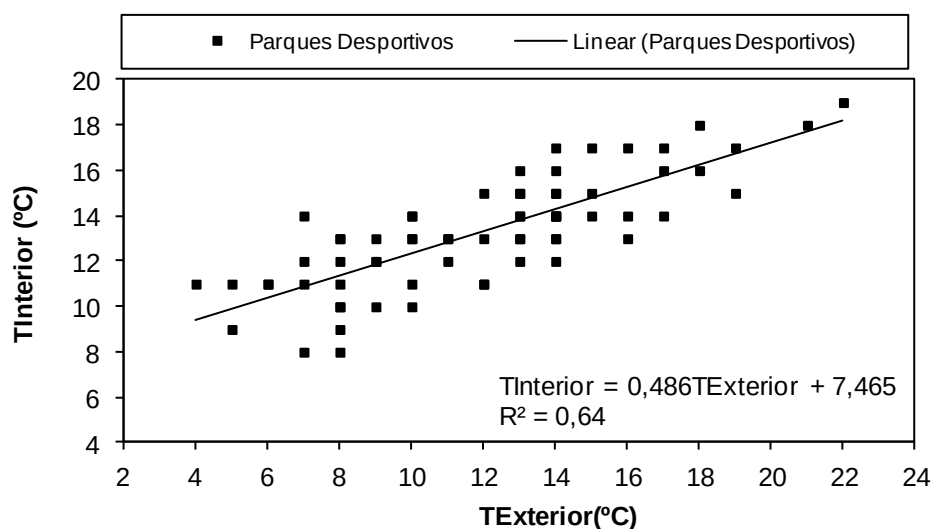


Figura 3.77 - Melhor correlação entre os valores médios da Temperatura Interior (°C) e os valores médios da Temperatura Exterior (°C) nos 50 PDE.

Ao analisar a Figura 3.78 e separadamente só os Pavilhões, obtém-se $R^2=0,66$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 66% da variação da Temperatura Exterior é explicada pela variação da Temperatura Interior. O valor do declive da reta é 0,5, portanto um aumento de um grau na Temperatura Exterior provoca aproximadamente um aumento de 0,5 °C no valor da Temperatura Interior.

Considerando separadamente só, as Salas de Desporto, obtém-se $R^2=0,67$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 93% da variação da Temperatura Exterior é explicada pela variação da Temperatura Interior. O valor do declive da reta é 0,468, portanto um aumento de um grau na Temperatura Exterior provoca aproximadamente um aumento de 0,5 °C no valor da Temperatura Interior.

Conclui-se que tanto nos Pavilhões como nas Salas de Desporto a variação da Temperatura Exterior explica a variação da Temperatura Interior, verificando-se assim que nestas instalações desportivas existe pouco ou nenhum material com isolamento térmico. O comportamento das instalações é muito idêntico ao do exterior.

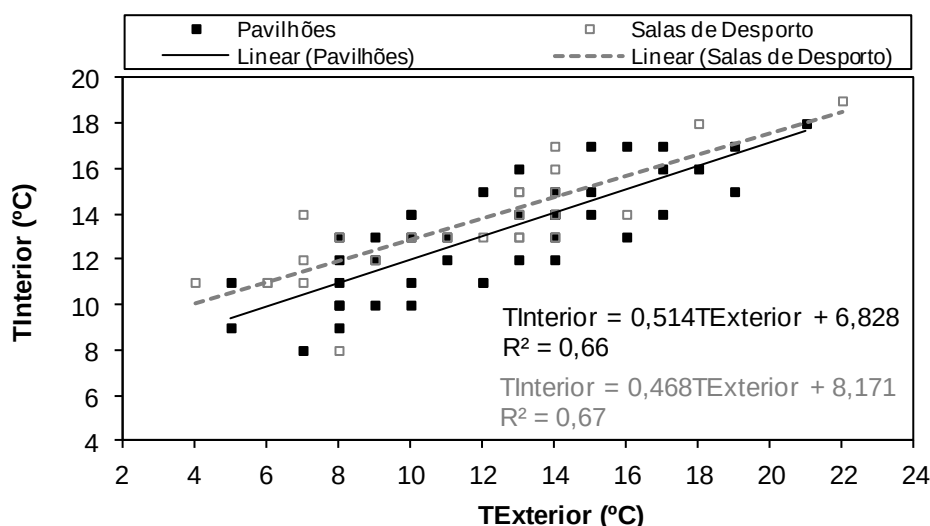


Figura 3.78 - Melhor correlação entre os valores médios da Temperatura Interior (°C) e os valores médios da Temperatura Exterior (°C) nos 43 Pavilhões e nas 25 Salas de Desporto.

3.4.4.2. CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES DA HUMIDADE RELATIVA EXTERIOR E OS VALORES DA HUMIDADE RELATIVA INTERIOR

Ao observar a Figura 3.79 verifica-se que nos Parques Desportivos Escolares (PDE), na regressão linear, obteve-se um valor de $R^2=0,71$. Isto significa que aproximadamente 71% da variação do valor da Humidade Relativa Exterior é explicada pela variação da Humidade Relativa Interior. O valor 0,562 (declive da reta) indica que o aumento da Humidade Relativa Exterior provoca aproximadamente um aumento de 0,6 % no valor da Humidade Relativa Interior. Este valor permite considerar que se tem uma correlação significativa

entre a Humidade Relativa Exterior e a Humidade Relativa Interior uma vez que se uma aumenta a outra também aumenta.

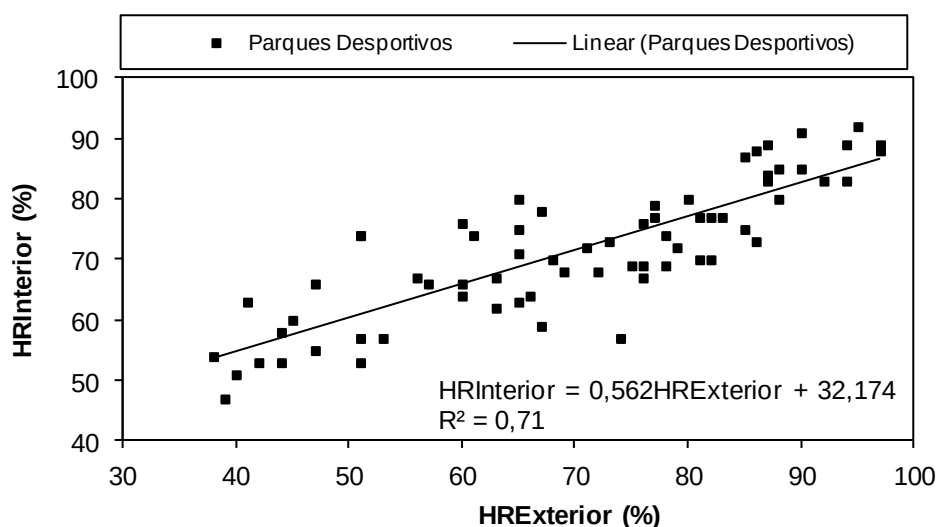


Figura 3.79 - Melhor correlação entre os valores médios da Humidade Relativa Interior (%) e os valores médios da Humidade Relativa Exterior (%) nos 50 PDE.

Ao analisar a Figura 3.80 e separadamente só os Pavilhões, obtém-se $R^2=0,74$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 74% da variação da Humidade Relativa Exterior é explicada pela variação da Humidade Relativa Interior. O valor do declive da reta é 0,570 portanto um aumento de um grau na Humidade Relativa Exterior provoca aproximadamente um aumento de 0,6 % no valor da Humidade Relativa Interior.

Considerando separadamente só, as Salas de Desporto, obtém-se $R^2=0,66$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 66% da variação da Temperatura Exterior é explicada pela variação da Temperatura Interior. O valor do declive da reta é 0,550 portanto um aumento de um grau na Temperatura Exterior provoca aproximadamente um aumento de 0,6 % no valor da Humidade Relativa Interior.

Conclui-se que tanto nos Pavilhões como nas Salas de Desporto a variação da Humidade Relativa Exterior explica a variação da Humidade Relativa Interior, verificando-se assim que nestas instalações desportivas existe pouco ou nenhum material com isolamento térmico. O comportamento das instalações é muito idêntico ao do exterior.

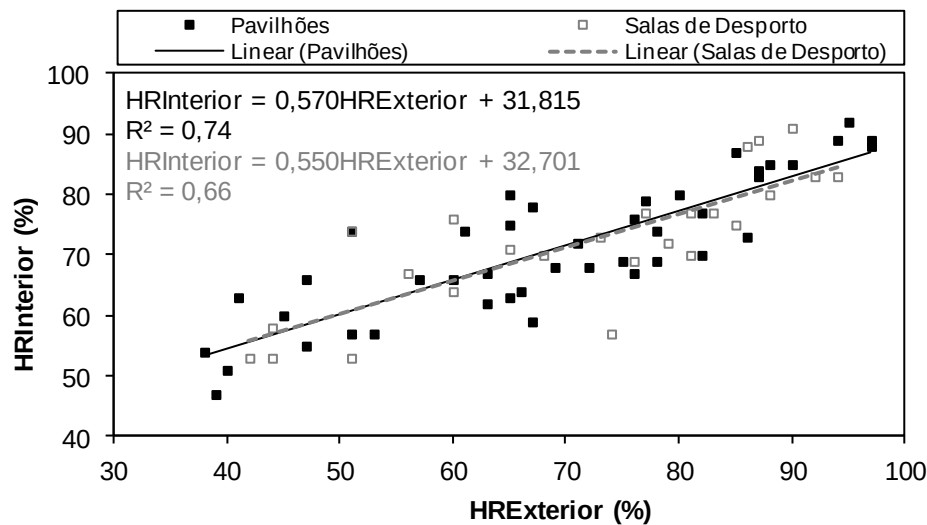


Figura 3.80 - Melhor correlação entre os valores médios da Humidade Relativa Interior (%) e os valores médios da Humidade Relativa Exterior (%) nos 43 Pavilhões e nas 25 Salas de Desporto.

3.4.5. MELHORES CORRELAÇÕES SIMPLES, RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE (ILUMINAÇÃO NATURAL E ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL)

Apresentam-se no Quadro 3.120 as melhores correlações obtidas nos modelos simples dos parâmetros de luminosidade (Iluminação Natural e Iluminação Artificial) entre si, usando os valores médios obtidos nos Pavilhões e nas Salas de Desporto. O valor de R^2 pode ser entendido como a variabilidade entre os parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 3.120- Melhores modelos simples dos parâmetros de luminosidade entre si.

TIPOLOGIA	CORRELAÇÕES	R^2
Pavilhões	$IA = 0,0004IN^2 + 327,64$	0,39
Salas de Desporto	$IA = 1,279IN + 192,38$	0,93

Apresentam-se na Figura 3.81 de forma mais elucidativa, os gráficos das melhores correlações simples obtidas entre os Pavilhões e as Salas de Desporto, nos parâmetros de luminosidade (iluminação natural e artificial) entre si.

3.4.5.1. CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES DA ILUMINAÇÃO NATURAL E OS VALORES DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Ao analisar a Figura 3.81 verifica-se que nos Pavilhões, obtém-se $R^2=0,39$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 39% da variação da Iluminação Natural é explicada pela variação da Iluminação Artificial. O valor do declive da reta é 0,0004 o que evidencia que não existe correlação objetiva entre estes dois parâmetros, nos pavilhões.

No entanto nas Salas de Desporto, obtém-se $R^2=0,93$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 93% da variação da Iluminação Natural é explicada pela variação da Iluminação Artificial. O valor do declive da reta é 1,279 portanto um aumento de um lux na Iluminação Natural provoca aproximadamente um aumento de 1,3 lux no valor da Iluminação Artificial.

Conclui-se que nos Pavilhões a variação da Iluminação Natural não explica a variação da Iluminação Artificial, no entanto nas Salas de Desporto a variação da Iluminação Natural explica a variação da Iluminação Artificial, o que talvez se possa explicar pela maior superfície envidraçada e pela orientação deste espaço desportivo. Pode-se concluir que a instalação desportiva deveria estar orientada de outra forma por forma a não existir encadeamento ou fadiga visual e existir uma distribuição homogénea por toda a instalação desportiva.

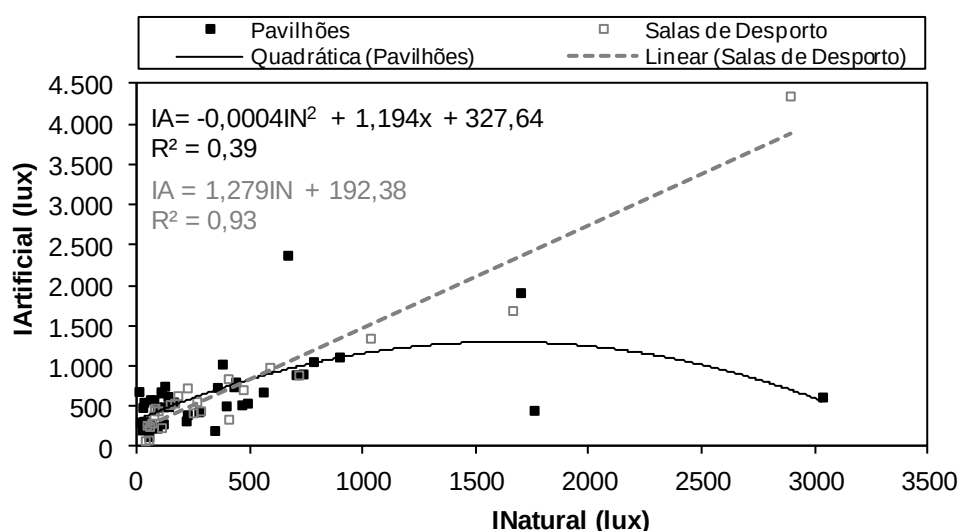


Figura 3.81 - Melhor correlação entre os valores médios da Iluminação Natural (lux) e os valores médios da Iluminação Artificial (lux) nos 43 Pavilhões e nas 25 Salas de Desporto.

3.4.6. MELHORES CORRELAÇÕES SIMPLES, RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

3.4.6.1. CORRELAÇÃO ENTRE VOLUME E TR

Apresentam-se no Quadro 3.121 as melhores correlações obtidas nos modelos simples dos parâmetros geométricos, usando os valores médios obtidos nos PDE, Pavilhões e nas Salas de Desporto. O valor de R^2 pode ser entendido como a variabilidade entre os parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 3.121- Melhores modelos simples dos parâmetros de geométricos.

TIPOLOGIA	CORRELAÇÕES	R^2
PDE	Volume= -1408,7TR+15982	0,33
Pavilhões	Volume= -905,48TR+12795	0,07
Salas de Desporto	Volume= -1999,9TR+18151	0,11

Ao analisar a Figura 3.82 verifica-se que nos PDE obtém-se um $R^2=0,33$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 33% da variação do TR é explicada pela variação do volume.

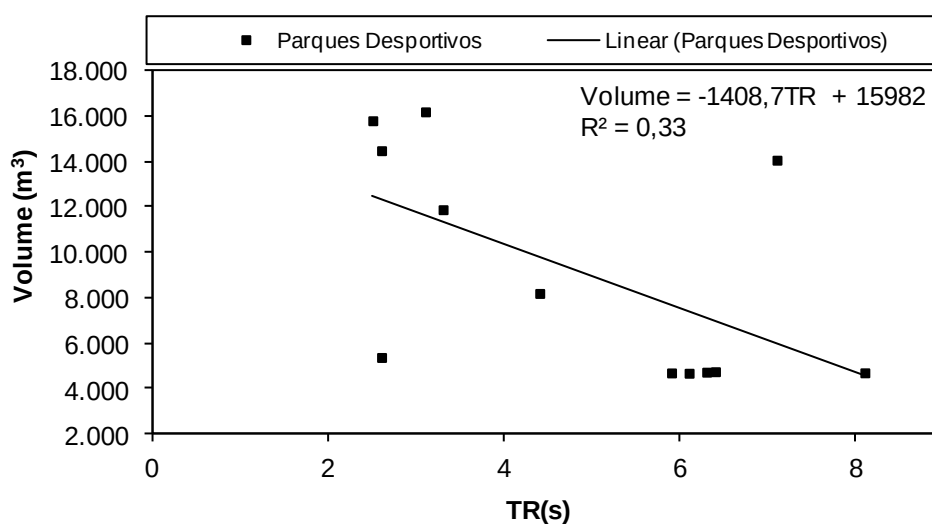


Figura 3.82 - Melhor correlação entre os valores médios do Volume (m^3) e os valores médios do TR (s) nos 14 PDE.

Na Figura 3.83 nos Pavilhões obtém-se um $R^2=0,07$ no caso da regressão linear verificando-se que não existe correlação entre os dois parâmetros

analisados. No entanto nas Salas de Desporto obtém-se $R^2=0,11$ no caso da regressão linear. Assim, aproximadamente 11% da variação do TR é explicada pela variação do volume.

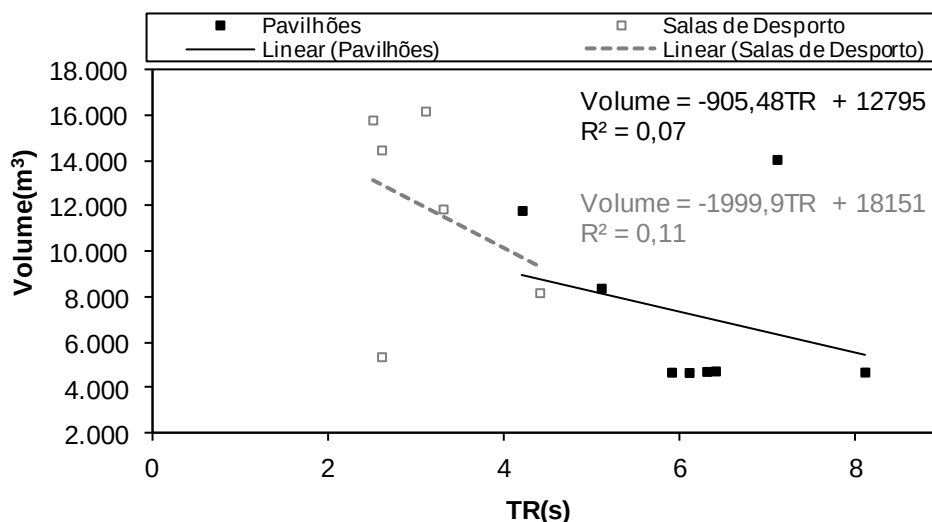


Figura 3.83- Melhor correlação entre os valores médios do Volume (m^3) e os valores médios do TR (s) nos 8 Pavilhões e 6 Salas de Desporto.

3.5. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Na secção anterior foi estudada a correlação entre duas variáveis e efetuou-se a regressão entre uma variável dependente e uma variável independente. Pretende-se nesta secção efetuar a regressão entre uma variável dependente e várias independentes. Acontece que a existência de correlação entre as variáveis independentes prejudica os resultados e as conclusões a tirar dessa regressão. As correlações encontradas na secção anterior levam então a recorrer à Análise de Componentes Principais (ACP) para transformar o conjunto das variáveis, designadas por $V_1, \dots, V_p$ num novo conjunto com menos variáveis, que sejam independentes e que se irão designar por $U_1, \dots, U_q$. Estas novas variáveis deverão ser combinação linear das variáveis originais e nesta passagem a perda de informação é pequena pois, as novas variáveis, ditas as componentes principais, apresentam características comuns às variáveis iniciais e são escolhidas de modo a representarem uma grande parte da informação inicial. Além disso, usando Análise Fatorial (AF), serão exprimidas posteriormente, as variáveis originais em função desses fatores

comuns e de um fator específico de cada variável. Assim, a Análise Fatorial irá transmitir qual a percentagem na variação de cada uma das variáveis originais que será explicada pela variação das variáveis $U_1, \dots, U_q$, portanto pelos fatores comuns, e a Análise de Componente Principais irá informar quais são esses fatores comuns.

Como referido inicialmente, isto tem o propósito de efetuar regressão. Mais precisamente toma-se como variável dependente, primeiro a variável RASTI e depois a variável TR. Em ambos os casos tomam-se as seguintes variáveis independentes:

V1: Instalações

V2: Tipologia

V3: L_{Aeq}

V4: L_{Aeq_rf}

V5: Número de Turmas

V6: Ventilação ao Nível do Solo

V7: Volume

A escolha das variáveis dependentes resulta da importância dos parâmetros acústicos neste trabalho e da influência direta destas variáveis na qualidade das atividades desenvolvidas nos Parques Desportivos. A escolha das variáveis independentes começa por uma análise subjetiva, mas óbvia de, por exemplo a Iluminação Artificial, não influenciar a variável RASTI nem a variável TR. Confirmando essas escolhas subjetivas com resultados das correlações obtidas na análise bivariada anterior seleciona-se estas sete variáveis independentes. É sobre elas que se efetua ACP para as transformar em menos variáveis e que não sejam correlacionadas.

No Quadro 3.122 apresentam-se os resultados da ACP.

O software estatístico determina sete componentes principais pois tem-se sete variáveis mas não vamos aproveitar as sete componentes para a continuação do trabalho. É costume aproveitar apenas as componentes principais cujo valor na coluna Total seja superior a 1.

Quadro 3.122 - Resultados da Análise de Componentes Principais (ACP)

Resultados de ACP			
Componente	Total	% Variância	Cumulativa %
1	3,372	48,178	48,178
2	1,202	17,174	65,353
3	0,959	13,694	79,047
4	0,786	11,227	90,273
5	0,421	6,015	96,288
6	0,225	3,212	99,500
7	0,035	0,500	100,000

Neste exemplo existem duas componentes principais e na coluna % Cumulativa nota-se que essas duas componentes principais representam cerca de 65% da informação inicial. Sabemos que, à transformação das variáveis iniciais em componentes principais não correlacionadas está sempre inerente uma perda de informação mas ficar apenas com 65% da informação é uma perda muito grande. No entanto, verifica-se que a terceira componente tem valor acima de 0,9 na coluna Total, portanto muito próximo de 1. Assim, podem-se aproveitar três componentes principais que já representam quase 80% da informação.

No Quadro 3.123 apresenta-se a Matriz de Componentes, que permite exprimir cada uma das componentes como combinação linear das sete variáveis independentes. Esta matriz será usada posteriormente à análise de Regressão Linear para regressar às variáveis iniciais.

Quadro 3.123 - Resultados da Matriz de Componentes com Rotação			
Parâmetros	MATRIZ DE COMPONENTES COM ROTAÇÃO		
	COMPONENTES		
	1	2	3
Instalações	-0,855	0,101	-0,017
Tipologia	0,880	-0,339	0,206
La _{eq}	0,424	0,464	-0,602
La _{eq_rf}	0,400	0,604	-0,047
Nº Turmas	0,811	0,253	-0,064
Vent_solo	-0,041	0,608	0,720
Volume	0,932	-0,250	0,170

Pode-se então exprimir $U_1 = -0,855V_1 + 0,880V_2 + 0,424V_3 + 0,400V_4 + 0,811V_5 - 0,041V_6 + 0,932V_7$.

As variáveis com mais peso em qualquer componente são aquelas que tiverem coeficiente mais próximo de 1, em valor absoluto. Nesta primeira componente são V5: Número de Turmas e três parâmetros geométricos muito importantes: V1: Instalações, V2: Tipologia e V7: Volume. Note-se que os sinais negativos para os coeficientes de V1 e V6, resulta apenas da forma como foram numeradas as instalações: 1 para Pavilhões e 2 para Salas de Desporto. Não tem por isso, nesta fase, significado especial. Verifica-se que, a primeira componente representa fortemente as características geométricas do Parque Desportivo bem como a sua ocupação.

Pode-se expressar $U_2 = 0,101V_1 - 0,339V_2 + 0,464V_3 + 0,604V_4 + 0,253V_5 + 0,608V_6 - 0,250V_7$.

As variáveis com mais peso nesta componente são o L_{Aeq_rf} e a ventilação do solo. Assim, a segunda componente representa fortemente as características acústicas e higrotérmicas do Parque Desportivo Escolar.

Pode-se expressar

$$U_3 = -0,017V_1 + 0,206V_2 - 0,602V_3 - 0,047V_4 - 0,064V_5 + 0,720V_6 + 0,170V_7.$$

As variáveis com mais peso nesta componente são V3: L_{Aeq} e V6: Ventilação do solo. Nesta componente a informação distribui-se por parâmetros acústicos e higrotérmicos.

3.6. REGRESSÃO MÚLTIPLA

3.6.1. RASTI

Nesta secção proceder-se-á a uma análise de regressão linear da variável dependente RASTI à custa das variáveis independentes:

V1: Instalações

V2: Tipologia

V3: L_{Aeq}

V4: L_{Aeq_rf}

V5: Número de Turmas

V6: Ventilação ao Nível do Solo

V7: Volume

Como atrás foi referido será usado como auxiliar a regressão linear da variável

dependente RASTI à custa das variáveis independentes U1, U2 e U3 que se sabe não terem correlações entre si.

Procura-se então coeficientes que satisfaçam a relação: $RASTI = b_0 + b_1 U_1 + b_2 U_2 + b_3 U_3$.

Na regressão múltipla, testa-se, em primeiro lugar, a hipótese de haver alguma variável independente que influencie a variável dependente. Se $b_1=0$, $b_2=0$ e $b_3=0$ então nenhuma variável independente exerceria influência sobre a variável dependente. Daí ter-se o seguinte teste de hipóteses.

$$H_0: b_1 = 0 \text{ e } b_2 = 0 \text{ e } b_3 = 0$$

$$H_1: b_1 \neq 0 \text{ ou } b_2 \neq 0 \text{ ou } b_3 \neq 0$$

O software estatístico apresenta o seguinte quadro:

Quadro 3.124- Teste de hipótese		
Graus de liberdade	Estatística do teste F	Valor p
67	13,131	0,000

O valor muito próximo de 0 para o valor de p indica que se deve rejeitar H_0 e admitir que pelo menos uma variável independente influencia a variável dependente.

O próximo quadro indica como interpretar o coeficiente de cada variável independente.

Quadro 3.125 - Teste de hipótese			
Termo	Coeficiente	Estatística do teste	Valor p
Constante	0,352	63,519	0,000
U1	-0,032	-5,646	0,000
U2	-0,008	-0,135	0,175
U3	0,013	2,374	0,021

Como se trabalha com um nível de significância de 5% então o valor de $p=0,175$ para a variável U2, superior a 0,05, indica que não se deve admitir influência da variável U2 na variável dependente. Para as variáveis U1 e U3 o valor de p é inferior a 0,05 logo procede-se a nova regressão usando apenas

as variáveis independentes U_1 e U_3 .

As hipóteses são:

$$H_0: b_1 = 0 \text{ e } b_3 = 0$$

$$H_1: b_1 \neq 0 \text{ ou } b_3 \neq 0$$

O software estatístico apresenta os seguintes quadros:

Quadro 3.126 - Teste de hipótese		
Graus de liberdade	Estatística do teste F	Valor p
67	18,503	0,000

O valor muito próximo de 0 para p indica que se deve admitir H_0 , isto é, pelo menos uma variável independente influencia a variável dependente.

O quadro seguinte indica como interpretar os coeficientes.

Quadro 3.127 - Teste de hipótese			
Termo	Coeficiente	Estatística do teste	Valor p
Constante	0,352	63,091	0,000
U_1	-0,032	-5,608	0,000
U_3	0,013	2,358	0,021

Como todos os valores de p são inferiores a 0,05 então aceita-se todos os coeficientes como significativos na regressão linear e pode-se escrever a relação entre a variável dependente e as independentes:

$$RASTI = 0,352 - 0,032U_1 + 0,013U_3.$$

O coeficiente de U_1 indica que um aumento do valor de U_1 origina uma diminuição do valor de RASTI. Mas, como se verificou na secção anterior (ACP), na componente U_1 retratam-se os parâmetros geométricos e o número de turmas. Então, pode-se concluir que aumentando parâmetros geométricos e número de turmas diminui o RASTI.

Como se observou estas variáveis U_1 , U_2 e U_3 só aparecem como auxiliares para o método de regressão linear, podendo assim exprimir a variável RASTI à custa das iniciais variáveis independentes, V_1 a V_7 .

Ora,

$$\begin{aligned}
 RASTI &= 0,352 - 0,032U_1 + 0,013U_3 \\
 &= 0,352 \\
 &\quad - 0,032(-0,855V_1 + 0,880V_2 + 0,424V_3 + 0,400V_4 + 0,811V_5 \\
 &\quad - 0,041V_6 + 0,932V_7) \\
 &\quad - 0,013(-0,017V_1 + 0,206V_2 - 0,602V_3 - 0,047V_4 - 0,064V_5 \\
 &\quad + 0,720V_6 + 0,170V_7) \\
 &= 0,352 + 0,027V_1 - 0,025V_2 - 0,021V_3 - 0,013V_4 - 0,027V_5 \\
 &\quad + 0,011V_6 - 0,028V_7.
 \end{aligned}$$

3.6.2. TEMPO DE REVERBERAÇÃO

De seguida irá proceder-se a uma análise de regressão linear da variável dependente TR à custa das variáveis independentes U1, U2 e U3.

Procura-se então coeficientes que satisfaçam a relação: $TR = b_0 + b_1 U_1 + b_2 U_2 + b_3 U_3$.

Em primeiro lugar testa-se a hipótese de existir alguma variável independente que influencie a variável dependente. Obtém-se então o seguinte teste de hipóteses:

$$\begin{aligned}
 H_0: b_1 &= 0 \text{ e } b_2 = 0 \text{ e } b_3 = 0 \\
 H_1: b_1 &\neq 0 \text{ ou } b_2 \neq 0 \text{ ou } b_3 \neq 0
 \end{aligned}$$

O software estatístico apresenta o seguinte quadro.

Quadro 3.128 – Teste de hipóteses		
Graus de liberdade	Estatística do teste F	Valor p
13	8,820	0,004

O valor de $p=0,004$, inferior a 0,05, indica que se deve rejeitar H_0 e admitir que pelo menos uma variável independente influencia a variável dependente.

O próximo quadro permite interpretar o coeficiente de cada variável independente.

Quadro 3.129 – Teste de hipóteses

Termo	Coeficiente	Estatística do teste	Valor p
Constante	5,201	16,478	0,000
U1	1,653	4,753	0,001
U2	0,076	0,249	0,808
U3	-0,167	-0,471	0,648

Como se trabalha com um nível de significância de 5% então apenas o valor de $p=0,001$ para a variável U1 é inferior a 0,05. Isto indica que não se deve admitir influência das variáveis U1 e U3 na variável dependente. Deve ser feito um teste usando apenas a variável U1 como independente.

As hipóteses são:

$$H_0: b_1 = 0$$

$$H_1: b_1 \neq 0$$

Como agora só há uma variável independente não se efetua o teste ANOVA e basta testar o coeficiente de U1.

Para interpretar esse coeficiente obtém-se o quadro:

Quadro 3.130 - Teste de hipóteses

Termo	Coeficiente	Estatística do teste	Valor p
Constante	5,198	18,461	0,000
U1	1,706	5,521	0,000

Como se obtém $p < 0,05$ admite-se que U1 influencia o valor de TR e a relação é:

$$TR = 5,198 + 1,706U_1$$

O coeficiente de U_1 indica que um aumento do valor de U_1 origina um aumento do valor de TR. Mas, como se verificou na secção anterior (ACP), na componente U_1 retratam-se os parâmetros geométricos e o número de turmas. Então, pode-se concluir que aumentando parâmetros geométricos e número de turmas aumenta o valor de TR.

Como se observou estas variáveis U1, U2 e U3 só aparecem como auxiliares para o método de regressão linear, podendo assim exprimir a variável TR à

custa das iniciais variáveis independentes, V1 a V7.

Assim,

$$\begin{aligned} TR &= 5,198 + 1,706U_1 \\ &= 5,198 \\ &\quad + 1,706(-0,855V_1 + 0,880V_2 + 0,424V_3 + 0,400V_4 + 0,811V_5 \\ &\quad - 0,041V_6 + 0,932V_7) \\ &= 5,198 - 1,459V_1 + 1,501V_2 + 0,723V_3 + 0,682V_4 + 1,384V_5 \\ &\quad - 0,070V_6 + 1,590V_7. \end{aligned}$$

3.6.3. ESTIMAÇÃO

3.6.3.1. USANDO AS COMPONENTES PRINCIPAIS

Usando as fórmulas das secções anteriores onde se expressa o RASTI e o TR à custa das variáveis independentes obtém-se estimativas de RASTI e TR não interpretáveis, uma vez que são de ordem de grandeza diferente dos valores habituais. Isto acontece porque o modo de resumir as variáveis independentes pelas suas componentes principais não é único. Obtida uma combinação linear de componentes principais existem métodos que permitem obter outras que mantêm as características tanto em termos de variância explicada como em termos de variáveis representativas comuns a cada componente. No entanto, neste caso procurando outras combinações de componentes principais obtém-se sempre valores também não interpretáveis.

O objetivo de usar ACP é efetuar regressão linear sem que haja correlação entre as variáveis independentes. Como só foram medidos valores de TR em catorze PDE pretende-se estimar para os restantes esse valor, com o intuito de melhorar o cálculo do Índice de Conforto Global (ICG), apresentado no capítulo referente a Análise Multicritério. Apesar de não ser possível aproveitar o ACP pode-se efetuar a regressão eliminando variáveis de modo a eliminar as correlações. Assim usa-se como variáveis independentes: L_{Aeq} , L_{Aeq_rf} , número de turmas, ventilação solo e volume. Na análise bivariada verificou-se que eram fracas as correlações entre estas variáveis.

X1: L_{Aeq}

X2: L_{Aeq_rf}

X3: Nº de Turmas

X4: Ventilação de solo

X5: Volume

As hipóteses são:

$$H_0 = b_1 = 0 \text{ ou } b_2 = 0 \text{ ou } b_3 = 0 \text{ ou } b_4 = 0 \text{ ou } b_5 = 0$$

$$H_1 = b_1 \neq 0 \text{ e } b_2 \neq 0 \text{ e } b_3 \neq 0 \text{ e } b_4 \neq 0 \text{ e } b_5 \neq 0$$

Quadro 3.131 – Teste de hipóteses

Graus de liberdade	Estatística do teste F	Valor p
13	15,307	0,001

Como $p=0,001$ menor que 0,05 então aceita-se H_0 e admite-se que pelo menos uma variável independente influência a variável dependente TR.

Quadro 3.132 - Teste de hipóteses

Termo	Coeficiente	Estatística do teste	Valor p
Constante	- 8,141	-1,937	0,089
X1	0,175	3,321	0,011
X2	-0,051	-1,561	0,157
X3	-0,512	-1,389	0,202
X4	-3,166	-0,834	0,429
X5	0,000	6,368	0,000

Retira-se as variáveis X3 e X4 pois os correspondentes valores de p são elevados logo irá efetuar-se nova regressão usando as variáveis X1, X2 e X5.

$$H_0 = b_1 = 0 \text{ ou } b_2 = 0 \text{ ou } b_5 = 0$$

$$H_1 = b_1 \neq 0 \text{ e } b_2 \neq 0 \text{ e } b_5 \neq 0$$

Quadro 3.133 - Teste de hipóteses

Graus de liberdade	Estatística do teste F	Valor p
13	22,407	0,000

Como $p=0,000$ menor que 0,05 então aceita-se H_0 e admite-se que pelo menos uma variável independente influência a variável dependente TR.

Quadro 3.134 – Teste de hipóteses

Termo	Coeficiente	Estatística do teste	Valor p
Constante	- 5,9726	-1,501	0,164
X1	0,1462	2,900	0,016
X2	-0,0675	-2,074	0,065
X5	0,0003	7,041	0,000

Para estimar o valor de TR irá usar-se os valores de L_{Aeq} , L_{Aeq_rf} e volume mediante a equação:

$$TR = -5,9726 + 0,1462 \times L_{Aeq} - 0,0675 \times L_{Aeq\_rf} + 0,0003 \times volume$$

3.7. GRUPOS ENTRE OS SUJEITOS

Nesta secção irá averiguar-se se o grupo dos sujeitos correspondentes a Pavilhões se pode distinguir do grupo dos sujeitos correspondentes a Salas de Desporto, para cada uma das variáveis em estudo. Testa-se a hipótese nula de não haver diferença entre a média dos Pavilhões e das Salas de Desporto contra a hipótese alternativa de haver diferença entre as duas, com um nível de significância de 5%.

Na coluna sig (2-caudas) se o valor for menor que 0,05 rejeita-se H_0 , isto é, há diferença. Caso contrário, não há diferença.

Para decidir se se usa o primeiro ou o segundo valor: verifica-se se o valor na coluna Sig é inferior a 0,05 então usa-se o segundo. Senão usa-se o primeiro.

Quadro 3.135 - Resultados dos grupos entre sujeitos

GRUPOS ENTRE SUJEITOS					
Parâmetros	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Tipologia	0,059	0,808	2,478	66	0,016
L _{Aeq}	0,405	0,527	2,740	66	0,008
L _{Aeq rf}	81,419	0,000	6,469	48,645	0,000
Nº Turmas	0,331	0,567	-0,624	66	0,535
Vent_solo	1,294	0,259	1,884	66	0,064
Vent_janela	0,090	0,765	0,830	66	0,410
Temp_ext	0,002	0,965	-0,557	66	0,580
Humi_ext	0,379	0,540	-0,618	66	0,539
Temp_int	0,176	0,676	-0,282	66	0,779
Humi_int	0,088	0,768	-0,191	66	0,849
Ilumina_natu	2,427	0,124	-0,690	66	0,493
Ilumina_arti	0,738	0,407	5,598	12	0,000
TR	0,715	0,401	-9,341	66	0,000
RASTI	0,059	0,808	2,478	66	0,016

Por análise do quadro constata-se que existe diferença entre as médias para os parâmetros L_{Aeq}, L_{Aeq rf}, NTurmas, TR e RASTI. Nos restantes parâmetros não se pode assumir essa diferença.

4. PERCEÇÃO DO CONFORTO E DA QUALIDADE AMBIENTAL

- ESTUDO SOCIAL

4.1. INTRODUÇÃO

Os arquitetos e projetistas regem-se pelas “dimensões” que conhecem para construir os edifícios (González *et al.*, 1996). Estas podem ser o custo, o tipo de material, a quantidade de calor perdido, a função do projeto, etc. Mas é perfeitamente concebível que estas “dimensões” não sejam independentes entre si, nem se relacionem muito com as que determinam as avaliações que o utilizador faz do edifício.

Assim, como será que as pessoas avaliam os edifícios, neste caso, as instalações desportivas? González (1996) refere que só através desta pergunta se pode contribuir para explicar as relações entre os utentes e as instalações que ocupam.

As instalações e os equipamentos são o suporte físico para a prestação do serviço e são a parte tangível do serviço (Brady e Cronin, 2001).

As relações que os utentes experimentam com as instalações e os equipamentos são, no contexto das instalações desportivas escolares, determinadas pelos aspetos relacionados com a acústica, térmica, luminosidade, pisos, condições de higiene e dos espaços disponíveis para a prática. Daqui resultam perceções relacionadas com o conforto e a qualidade das instalações.

A perceção dos utentes relativamente à qualidade dos serviços e instalações não se limita ao resultado final, que advém do processo de produção do serviço. A avaliação da qualidade não é feita apenas à custa do resultado, mas com a avaliação do processo e fornecimento/distribuição do próprio serviço (Coulthard, 2004).

Justifica-se assim pensar que a qualidade dos serviços desportivos passa necessariamente pela perceção que os utentes têm a respeito dela. Só as organizações capazes de avaliar corretamente os anseios e as perceções dos

seus utentes serão capazes de possuir o conhecimento e a competência para decidir e definir as suas estratégias de um modo correto e orientado (Maia, 2007).

Verifica-se que o conceito de percepção está intimamente ligado à qualidade de produtos e de serviços, uma vez que se relacionam com os sentimentos e sensações por parte das pessoas que usufruem e beneficiam dos mesmos. Deste modo, existe a necessidade de definir o conceito de percepção e enquadrá-lo no conforto e qualidade ambiental.

De acordo com o Dicionário da Língua Portuguesa (1998) *percepção* é a apreensão da realidade ou de uma situação objetiva pelo homem. É a reação de um sujeito a um estímulo exterior, que se manifesta por fenómenos químicos, neurológicos, ao nível dos órgãos dos sentidos e do sistema nervoso central, e por diversos mecanismos psíquicos tendentes a adaptar esta reação ao seu objeto, como a identificação do objeto percebido (ou seu reconhecimento), sua diferenciação por ligação aos outros objetos etc.

Na Enciclopédia Moderna (2009), o conceito de *percepção* é referenciado como o processo pelo qual um indivíduo organiza e interpreta as suas impressões sensoriais no sentido de atribuir significado ao seu meio. Na psicologia, o estudo da *percepção* é de extrema importância porque o comportamento das pessoas é baseado na interpretação que fazem da realidade e não sobre a própria realidade. Por este motivo, a *percepção* do mundo é diferente para cada um de nós, cada pessoa percebe um objeto ou uma situação de acordo com os aspetos que têm especial importância para si própria. O processo de *percepção* tem início com a atenção que não é mais do que um processo de observação seletiva, ou seja, das observações por cada um efetuado. Este processo faz com que se percecionem alguns elementos em desfavor de outros. Deste modo, no âmbito deste estudo social realizado, esta *percepção* será uma *percepção* ambiental que pode ser definida como uma tomada de consciência do ambiente envolvente. Assim, cada pessoa, percebe, reage e responde diferentemente às ações sobre o ambiente em que trabalha. As respostas ou manifestações daí decorrentes são resultado das percepções (individuais e coletivas), dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada um.

Assim, para este estudo a *perceção* será relacionada com o conforto percebido nas instalações desportivas pelos utentes, que são determinadas pelos aspetos relacionados com a acústica, térmica, iluminação, pisos, acessibilidades e dos espaços disponíveis para a prática desportiva.

Por vezes é difícil lembrar que instalações desportivas de todos os tamanhos e formas são fundamentalmente construídas por uma razão: porque as pessoas vão ocupá-las e usá-las. Mas, poucos métodos e procedimentos existem para assegurar que a perspetiva dos utilizadores é incorporada no planeamento da construção do edifício. Neste estudo, examina-se o aparente paradoxo do facto dos professores de Educação Física, alunos, gestores e outros utilizadores, quase nunca terem uma palavra a dizer sobre as instalações desportivas escolares que vão utilizar, sendo os seus interesses normalmente desfavorecidos relativamente a outras prioridades de natureza técnica e financeira (Vischer, 2004).

O objetivo principal deste capítulo, será proporcionar dados e informações para a avaliação da incomodidade causada por vários parâmetros de conforto ambiental com o ruído, higrotérmica, ventilação, iluminação, etc., por meio de inquéritos sociais. A Norma Portuguesa NP 4476 (2008) vem normalizar a avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio - acústicos. Esta refere que se as especificações para a avaliação da incomodidade forem cumpridas, as possibilidades de obter, por comparação e amostragem dos resultados dos inquéritos, valores estatisticamente relevantes serão aumentadas, possibilitando-se assim mais e melhor informação de qualidade e conforto, para uso dos legisladores. Esta *perceção* de conforto ambiental será então observada no estudo social aplicado neste trabalho.

4.2. METODOLOGIA DO ESTUDO SOCIAL

4.2.1. PREÂMBULO

O inquérito social, numa fase inicial, foi baseado principalmente, na Norma Portuguesa NP 4476 (2008). Esta Norma é restrita aos inquéritos conduzidos para obter informação sobre a incomodidade devida ao ruído “nas habitações”. No entanto, foram adaptadas as especificações para o vocabulário e escalonamento das questões sobre incomodidade, para o inquérito social utilizado neste estudo.

O inquérito foi elaborado tendo igualmente em consideração, estudos de questionários para a avaliação de edifícios baseados principalmente num instrumento de Avaliação Pós–Ocupação, reconhecida na literatura por P.O.E. (*Post-Occupancy Evaluation*) utilizados pelos autores Zimring, 1990, Rodriguez, 1993 e 1994 e Vischer, 2004. Tendo em conta a pesquisa realizada, foram definidas dimensões com o objetivo de estruturar a perceção que os professores de Educação Física têm da instalação desportiva, sendo estas o ruído, a qualidade do ar, a temperatura, humidade, iluminação, pavimento e acessibilidades.

O inquérito baseou-se em critérios de perceção ambiental. Após ter sido elaborado, foi previamente comentado por especialistas da área das Ciências do Desporto e da Engenharia Civil (a título de exemplo: os Doutores Professores António Carvalho, Pedro Sarmento, Luís Cunha, Teixeira Homem e Pedro Mortágua e o Mestre Rui Nazário). Posteriormente foi testado em dez docentes de duas escolas do ensino básico e secundário. Terminado este processo prévio, o inquérito foi reestruturado e entregue aos docentes da amostra.

O inquérito social utilizado para este estudo foi aplicado no ano 2009, nos meses de Janeiro e Fevereiro.

4.2.2. INSTRUMENTO DE MEDIDA

O instrumento de medida utilizado foi um questionário elaborado especificamente para o propósito deste estudo. A tarefa dos inquiridos consistia em avaliar as instalações desportivas dos Parques Desportivos Escolares onde lecionavam.

O questionário (ver anexo C), composto por trinta itens, proporciona uma medida subjetiva dos fatores descritivos do conforto ambiental das instalações desportivas escolares: avaliação do conforto e da qualidade geral, acústica, qualidade do ar interior, temperatura interior, humidade relativa, luminosidade (iluminação natural e artificial), pisos e acessibilidades.

A resposta dos inquiridos registou-se numa escala verbal de avaliação, constituídas por cinco categorias tais como: *absolutamente nada*, *ligeiramente*, *moderadamente*, *muito* e *extremamente*. Os trinta itens foram dispostos no questionário para que o inquirido passasse de respostas do conforto e qualidade geral, para respostas mais específicas relacionadas com cada parâmetro de conforto.

A primeira parte do inquérito era constituída por seis itens que foram utilizados como indicadores de análise da perceção do conforto geral, relativos a aspetos de satisfação dos usuários, nas instalações desportivas. As seis perguntas referiam-se à perceção do conforto e de exaustão dos usuários referentes às condições ambientais. À satisfação dos mesmos em relação à instalação como lugar de trabalho (parâmetro considerado mais importante para a aquisição do conforto na instalação desportiva; alterações que fazia na instalação; problemas de saúde e gastos económicos causados pelas condições ambientais da instalação desportiva). Três respostas foram obtidas através da aplicação da escala verbal de avaliação, constituída por cinco categorias: *absolutamente nada*, *ligeiramente*, *moderadamente*, *muito* e *extremamente*. A resposta referente ao parâmetro considerado mais importante foi obtida através de uma escala de medida de sete pontos, com ordem de importância crescente. As outras duas respostas assumiam um carácter descritivo, onde os inquiridos assinalavam o que alteravam na instalação desportiva e

selecionavam quais os problemas ao nível de saúde que tiveram, devido às condições ambientais dessa instalação desportiva.

Na segunda parte do inquérito foram apresentados itens relacionados com cada parâmetro acústico, higrotérmico, de luminosidade, pisos e acessibilidades.

Relativamente ao parâmetro Acústica, foram obtidas oito respostas. Seis respostas foram obtidas através da aplicação da escala verbal de avaliação, constituída por cinco categorias: *absolutamente nada*, *ligeiramente*, *moderadamente*, *muito* e *extremamente*. As outras duas foram conseguidas através da seleção de um item em cinco apresentados.

No que diz respeito ao parâmetro Ventilação, foram aferidas três respostas através da escala verbal de avaliação mencionada anteriormente. No parâmetro Higrotérmica, foram obtidas cinco respostas, com o mesmo sistema de avaliação de escala verbal. No entanto, esta escala foi ligeiramente aferida para: *muito frio/húmido*, *frio/húmido*, *aceitável*, *quente/seco* e *muito quente/húmido*.

No que concerne aos parâmetros Luminosidade e Pisos, as respostas obtidas para a luminosidade foram cinco e uma para os pisos, através da escala verbal de avaliação constituída por cinco categorias: *absolutamente nada*, *ligeiramente*, *moderadamente*, *muito* e *extremamente*.

Por último, foram obtidas duas respostas, para o parâmetro Acessibilidades, utilizando a opção sim/não.

A ordem de apresentação destes elementos foi a mesma para todos os sujeitos. A realização deste inquérito foi individual e as instruções dadas aos inquiridos foram sempre as mesmas. A entrega e recolha dos inquéritos foi realizada pessoalmente pela autora.

4.2.3. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi constituída por cinquenta escolas públicas do Ensino Básico e Secundário, pertencentes a onze concelhos do distrito de Aveiro.

Neste âmbito, foram aplicados inquéritos de perceção de qualidade e conforto ambiental em instalações desportivas escolares em que os inquiridos foram os

professores de Educação Física que lecionavam nessas escolas. Foram entregues pessoalmente cerca de 300 inquéritos, dos quais 293 responderam de forma voluntária.

Destes, 132 eram do sexo feminino (45%) e 161 eram do sexo masculino (55%) como se verifica na Figura 4.1.

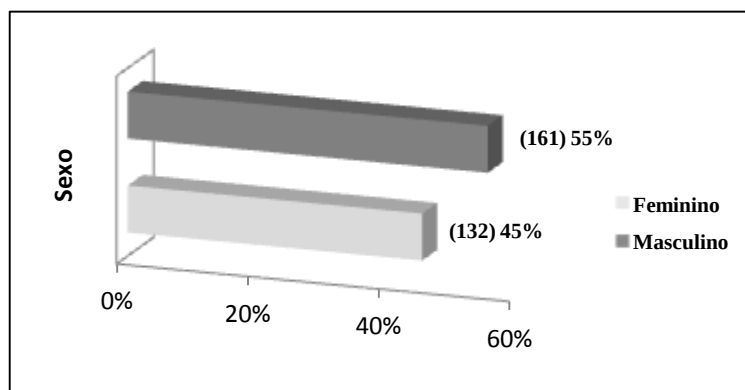


Figura 4.1 – Valores e percentagem representativos do sexo dos inquiridos

A maioria dos inquiridos (46%) tem idades compreendidas entre os 30 e os 39 anos, 32% situam-se entre os 40 e os 49 anos, 13% tem entre 50 a 59 anos, 8% tem idades compreendidas entre os 20 e os 29 anos e somente 1% tem idades superiores a 60 anos (Figura 4.2).

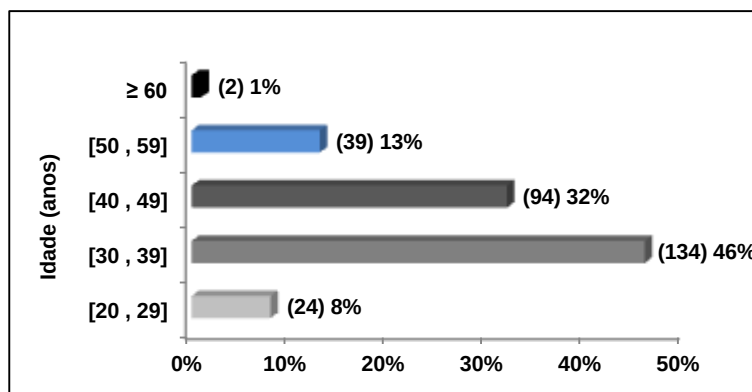


Figura 4.2– Valores e percentagem representativos da idade dos inquiridos

Na Figura 4.3 verifica-se que 54% dos inquiridos exerce a profissão entre 11 a 20 anos, 21% leciona Educação Física há mais de 21 anos, 17% exerce entre 6 a 10 anos e 8% tem como tempo de serviço menos de 6 anos.

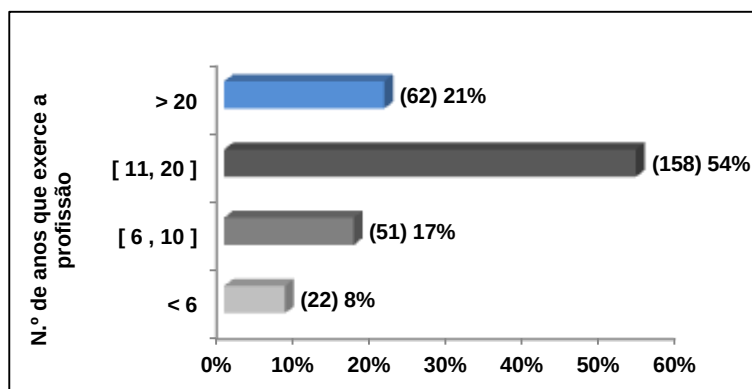


Figura 4.3 – Valores e percentagem representativos do tempo de serviço, em anos, desde o início de carreira

No que diz respeito ao tempo de serviço exercido na mesma escola, observa-se que 49% dos inquiridos exerce funções na mesma escola há mais de cinco anos, 35% trabalha na mesma escola entre dois a cinco anos e 16% à menos de dois anos (Figura 4.4).

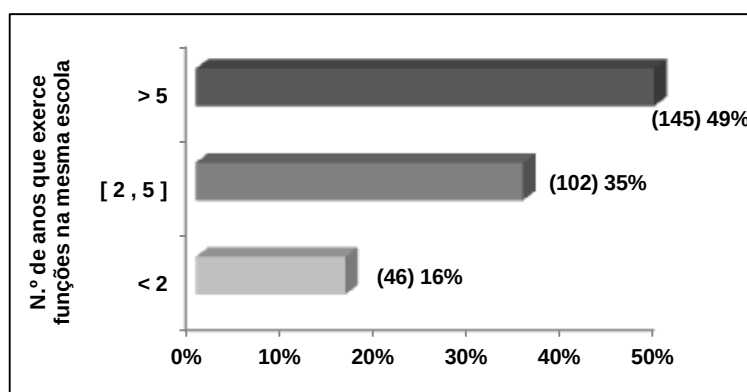


Figura 4.4– Valores e percentagem representativos do tempo de serviço, em anos, na mesma escola

Por fim, constata-se na Figura 4.5 que a maioria dos inquiridos, 57%, trabalha na instalação desportiva entre 4 a 6 horas por dia, 32% permanece na instalação desportiva menos de 4 horas, 9% trabalha entre 6 a 8 horas e 2% trabalha mais de 8 horas na instalação desportiva.

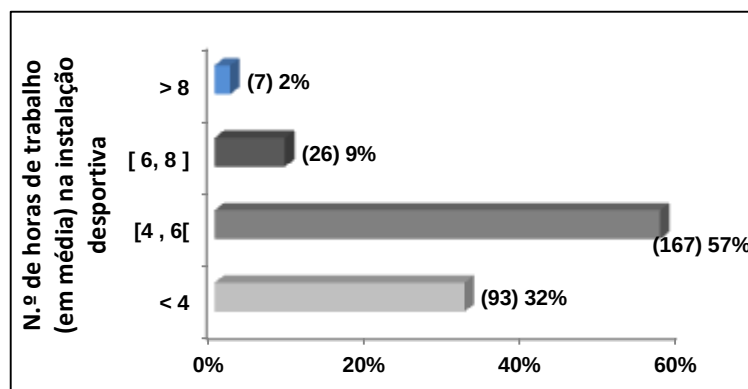


Figura 4.5– Valores e percentagem representativos do número médio de horas de trabalho, na instalação desportiva

4.3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.3.1. PREÂMBULO

O estudo social efetuado permite “detetar” incomodidades (do ruído, térmicas, luminosidade, etc.) e a sua origem, sentidas ou percebidas pelos inquiridos, resultante das próprias aulas, estrutura do local ou influência do exterior.

Após o tratamento do inquérito, foi realizada a análise dos resultados e estabelecida uma relação com os valores reais obtidos em cada parâmetro e com outros autores de outros estudos dentro do mesmo âmbito.

Os resultados desta análise, sobre uma amostra de 293 professores de Educação Física, permitem saber se existe comparação entre os resultados das respostas dos inquiridos e os dados efetivos retirados nas instalações desportivas.

4.3.2. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE E DO CONFORTO AMBIENTAL

4.3.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nesta parte do inquérito foram utilizados indicadores de análise da perceção do conforto e da qualidade geral, relativos a aspetos de satisfação dos usuários, nas instalações desportivas. As seis perguntas referiam-se à perceção do conforto e de exaustão dos usuários, relativa às condições ambientais. À satisfação dos mesmos em relação à instalação como lugar de trabalho

(parâmetro considerado mais importante para a aquisição do conforto na instalação desportiva; alterações que fazia na instalação; problemas de saúde e gastos económicos causados pelas condições ambientais da instalação desportiva). Três respostas foram obtidas através da aplicação da escala verbal de avaliação, constituída por cinco categorias: *absolutamente nada*, *ligeiramente*, *moderadamente*, *muito* e *extremamente*. A resposta referente ao parâmetro considerado mais importante foi obtida através de uma escala de medida de sete níveis, com ordem de importância crescente. As outras duas respostas assumiam um carácter descritivo, onde os inquiridos assinalavam o que alteravam na instalação desportiva e, seleccionavam quais os problemas ao nível de saúde que tiveram devido às condições ambientais dessa instalação desportiva.

4.3.2.2. GRAU DE “DESCONFORTO” FACE ÀS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Relativamente ao grau de “desconforto” que os inquiridos sentem face às condições ambientais na instalação desportiva, verifica-se que 7% não sente qualquer tipo de desconforto, 25% sente um ligeiro desconforto, 32% sente desconforto, 31% considera as instalações muito desconfortáveis e ainda 5% considera as instalações extremamente desconfortáveis (Figura 4.6).

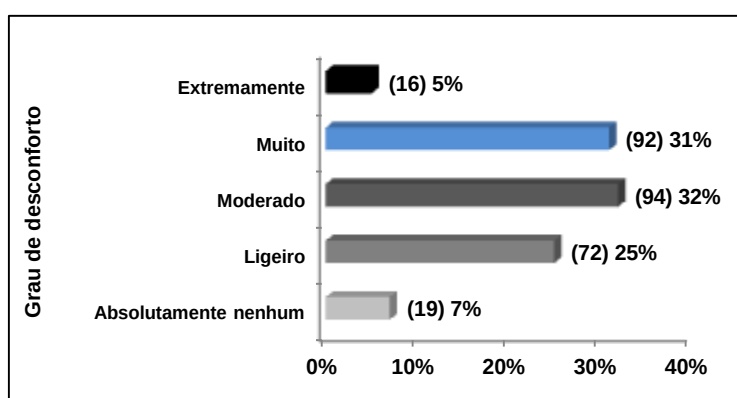


Figura 4.6 – Valores e percentagem obtidos do grau de desconforto da instalação desportiva

4.3.2.3. GRAU DE EXAUSTÃO, NO FINAL DO DIA, FACE ÀS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

No que se refere ao grau de exaustão no final do dia que os inquiridos sentem face às condições ambientais na instalação desportiva, verifica-se que 9% não se sente exausto no final de um dia de trabalho, 24% sente-se um pouco exausto, 60% sente-se exausto ou muito exausto e 7% fica extremamente exausto. (Figura 4.7).

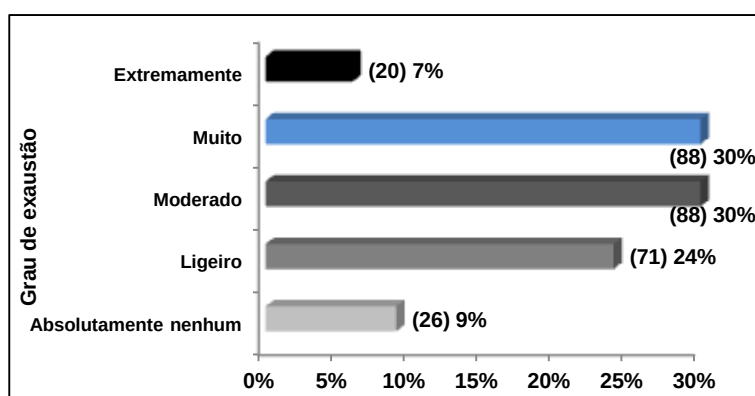


Figura 4.7– Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao grau de exaustão após uso da instalação desportiva

4.3.2.4. PARÂMETRO CONSIDERADO MAIS IMPORTANTE PARA A QUALIDADE GLOBAL DO ESPAÇO

No que concerne ao parâmetro considerado mais importante para a qualidade global da instalação desportiva, verifica-se que 44% dos inquiridos consideram a Acústica o parâmetro mais importante numa instalação desportiva, 22% atribui maior importância ao Pavimento Desportivo e por último 17% considera a Temperatura o mais importante numa instalação desportiva. Da totalidade dos inquiridos, 9% considera as Acessibilidades o mais importante, 3% refere que a Iluminação Artificial e a Humidade são os parâmetros mais importantes a considerar numa instalação desportiva e 2% atribui maior grau de importância à Iluminação Natural (Figura 4.8).

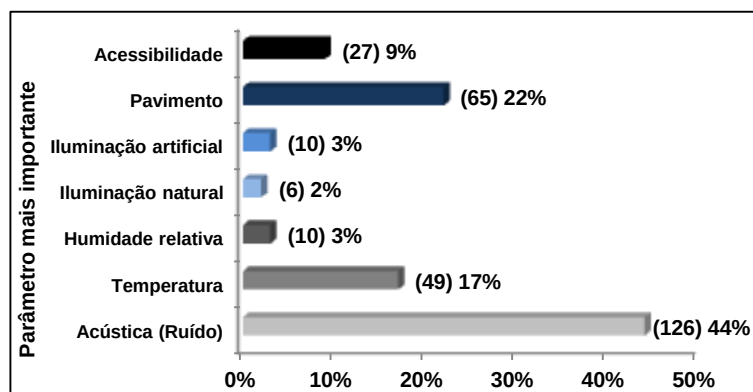


Figura 4.8 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao parâmetro considerado mais importante, para a qualidade global do espaço.

4.3.2.5. PARÂMETRO A MUDAR NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, SEM LIMITAÇÃO DE VERBA

Ao observar a Figura 4.9 constatou-se que se não existisse limitação de verba 51 dos inquiridos optavam por colocar aquecimento nas instalações desportivas. No entanto, 48 inquiridos menciona que melhoravam a Acústica, 46 o Piso e 43 a Temperatura.

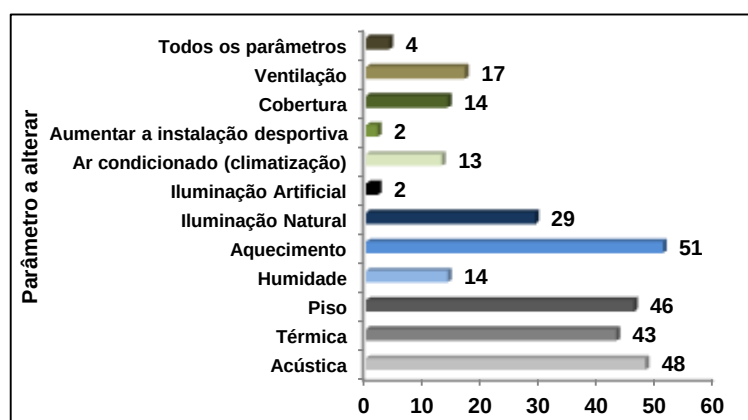


Figura 4.9 – Escalonamento das respostas obtidas relativas ao parâmetro a mudar na instalação desportiva

4.3.2.6. GASTOS ECONÓMICOS DEVIDOS A PROBLEMAS DE SAÚDE, RELACIONADOS COM O DESCONFORTO DO LOCAL DE TRABALHO

Verifica-se na Figura 4.10 que 47% dos inquiridos não tiveram qualquer tipo de gastos devido a problemas de saúde, 26% referem que tiveram ligeiros gastos económicos, 14% tiveram gastos económicos relacionados com a saúde, 11% afirma que tiveram muitos gastos económicos e 2% refere que tiveram gastos exagerados relacionados com problemas de saúde.

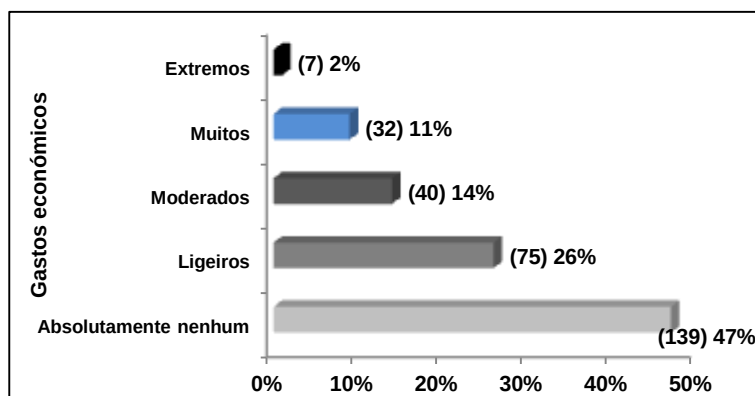


Figura 4.10 – Gastos económicos devidos a problemas de saúde

4.3.2.7. NÍVEL OU NÍVEIS EM QUE EXISTIRAM GASTOS ECONÓMICOS

Como se apresenta na Figura 4.11, dos professores inquiridos que já tiveram gastos económicos, 37% referem que já recorreram ao médico por problemas ao nível vocal, 28% dos inquiridos mencionam que já tiveram gastos referentes ao nível respiratório, 15% ao nível articular, 11% ao nível auditivo e 9% ao nível muscular.

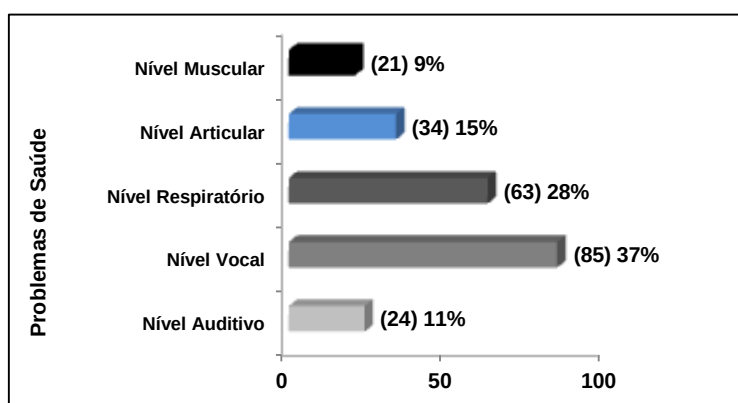


Figura 4.11 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao nível ou níveis em que existiram gastos económicos

Após a análise das respostas referentes à qualidade e ao conforto ambiental das instalações desportivas escolares, concluiu-se que a maioria dos inquiridos considera o local de trabalho desconfortável e sentem-se exaustos no final de um dia de trabalho. A maior parte dos inquiridos considera que o parâmetro que influencia mais esse desconforto e exaustão é a acústica, sendo este um dos parâmetros a alterar juntamente com a aplicação de aquecimento nas instalações.

Apesar da maior parte dos inquiridos referirem que não tiveram qualquer gasto económico devido a problemas de saúde causados pelas condições do seu local de trabalho, dos que tiveram que recorrer ao médico por problemas de saúde, mencionaram que o fizeram devido a problemas ao nível vocal e respiratório.

De seguida é realizada a caracterização de cada parâmetro individualmente.

4.3.3. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ACÚSTICO (RUÍDO)

4.3.3.1. GRAU DE INCÓMODO/PERTURBAÇÃO DO RUÍDO NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Ao fazer a análise da Figura 4.12, verifica-se que 45% dos inquiridos se sentem muito incomodados com o ruído na instalação desportiva, 26% consideram o incómodo moderado, 18% sentem-se extremamente incomodados com o ruído na instalação, 10% sentem-se ligeiramente incomodados e 1% não sente qualquer tipo de incómodo.

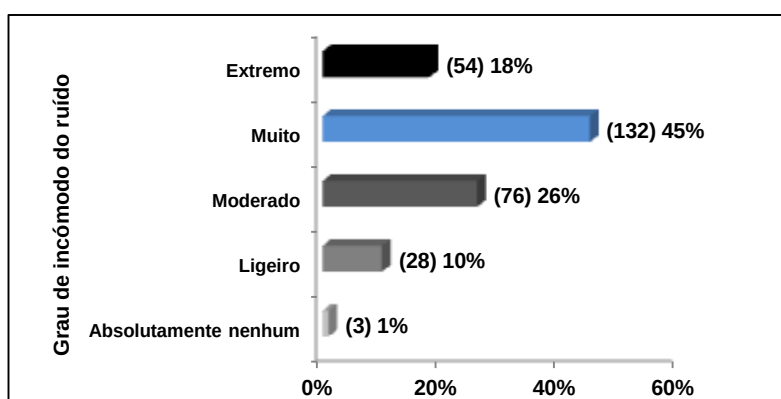


Figura 4.12 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao grau de incómodo/perturbação do ruído na instalação desportiva

Este incómodo sentido pelos inquiridos é suportado pelos valores obtidos nos parâmetros tempo de reverberação (TR) e RASTI, apresentados na descrição dos resultados, no capítulo da apresentação e discussão dos resultados. Verificou-se que as instalações não têm materiais absorventes sonoros, não estão devidamente isoladas a ruídos aéreos e de percussão, tornando os espaços muito reverberantes, obtendo valores iguais ou superiores de TR a 3,5 segundos, dificultando a inteligibilidade da palavra. O professor é obrigado a elevar o tom de voz para se fazer ouvir e entender, forçando as suas cordas

vocais e como passa uma média de 6 horas exposto a um L_{Aeq} superior a 80 dB, a sua capacidade auditiva poderá ser afetada. O cansaço torna-se não só físico como psicológico.

4.3.3.2. ALTURA DO DIA EM QUE O RUÍDO DENTRO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA É MAIS DIFÍCIL DE SUPORTAR

No que diz respeito à altura do dia em que o ruído é mais difícil de suportar dentro da instalação desportiva, 43% dos inquiridos consideram o fim da tarde, 37% consideram todas as alturas do dia, 13% considera o fim da manhã, 4% refere que o início da manhã é mais insuportável e 3% considera o início da tarde. (Figura 4.13).

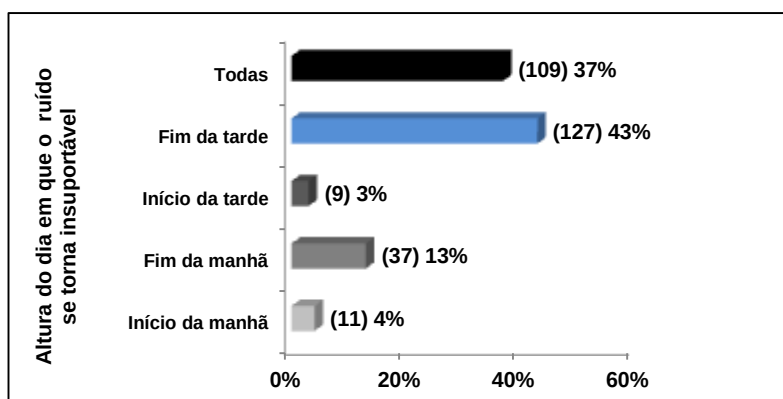


Figura 4.13 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à altura do dia em que o ruído é insuportável

4.3.3.3. FATOR QUE MAIS CONTRIBUI PARA A EXISTÊNCIA DE RUÍDO DENTRO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Verifica-se que 48% dos inquiridos considera que o que mais contribui para a existência do ruído na instalação desportiva é o número de turmas e de alunos, 34% considera que as condições acústicas da instalação é o principal fator do aumento do ruído, 16% refere que é o tipo de atividade que contribui para o aumento do ruído, 2% indica a conversação e circulação das pessoas na instalação desportiva como fator que contribui para o aumento do ruído na instalação (Figura 4.14). Nenhum dos inquiridos considerou o ruído exterior como fator contributo para o aumento do ruído.

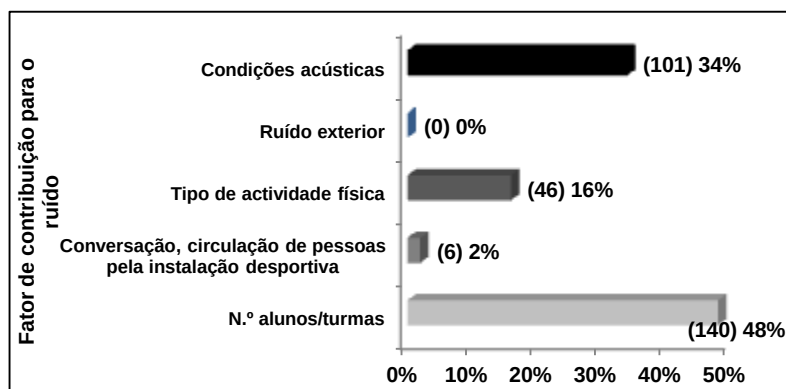


Figura 4.14 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao fator que contribuí para a existência do ruído na instalação

De facto, na análise dos resultados verifica-se um aumento de cerca de 16 dB(A), quando passa a estar uma turma na instalação desportiva, quando passam de uma turma para duas e duas para três turmas há um aumento de cerca de 2 dB(A), ou seja, com três turmas há um aumento de 6 dB. Os resultados permitem concluir que sempre que estão presentes duas ou mais turmas em simultâneo o valor de L_{Aeq} é superior ao recomendado pela legislação portuguesa, 80 dB(A). Para 34% dos inquiridos, as condições acústicas da instalação são o principal fator do aumento do ruído. Como já foi referido no capítulo de apresentação e discussão dos resultados, verificaram-se tempos de reverberação muito elevados, como consequência da falta de materiais absorventes sonoros, contribuindo para uma *má* inteligibilidade da palavra.

4.3.3.4. NÍVEL DE ESFORÇO NECESSÁRIO PARA QUE A VOZ SEJA OUVIDA POR TODOS

No que diz respeito ao esforço que os inquiridos têm de realizar para se fazerem ouvir na instalação desportiva, observa-se que 46% admite exercer muito esforço para se fazer ouvir, 33% refere que faz um esforço moderado, 12% menciona que faz um esforço extremo, 8% refere que faz um ligeiro esforço para se fazer ouvir e 1% dos inquiridos não faz esforço nenhum para se fazer ouvir na instalação desportiva (Figura 4.15).

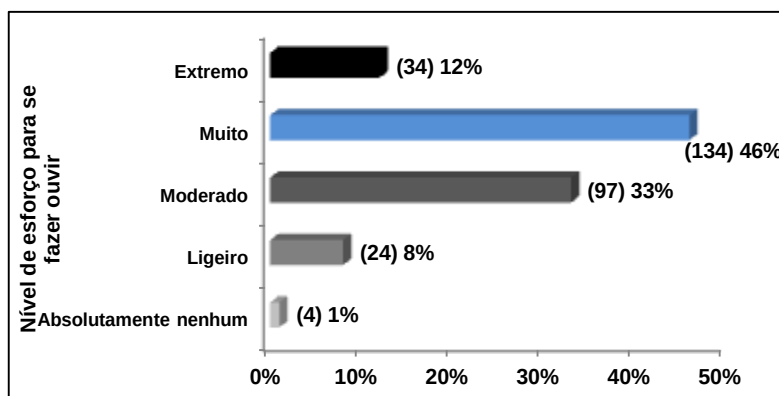


Figura 4.15 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao nível de esforço necessário para que a voz seja ouvida por todos

Verificou-se que os professores realizam um grande esforço para se fazerem ouvir na instalação desportiva, esta situação acontece porque estas instalações obtiveram valores muito elevados de tempo de reverberação, acima dos 3,5 s, o que significa que estes espaços são muito refletos do ruído o que torna a inteligibilidade da palavra medíocre. Obtiveram-se valores de RASTI entre 0,29 e 0,34, muito baixos, uma vez que o ideal seria obter valores de RASTI superiores ou iguais a 0,45. Os alunos não conseguem entender o professor pelo que o professor é obrigado a elevar o tom de voz para se fazer ouvir.

4.3.3.5. GRAU DE AUDIÇÃO E PERCETIBILIDADE DA VOZ DE UMA PESSOA A UMA DISTÂNCIA DE 2 METROS

Na análise da Figura 4.16 verifica-se que 52% dos inquiridos afirmam que conseguem perceber razoavelmente as pessoas a uma distância de 2 metros, 27% refere que consegue perceber ligeiramente a palavra, 16% consegue perceber bem, 4% não tem percepção nenhuma, 1% dos inquiridos diz perceber muito bem.

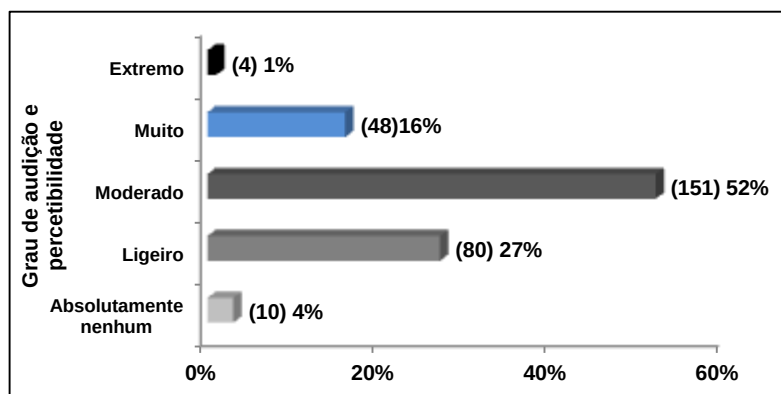


Figura 4.16 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao grau de audição e perceptibilidade da voz de uma pessoa a uma distância de 2 metros

Na análise dos dados verificou-se que os professores conseguem perceber razoavelmente os alunos a uma distância de 2 metros. Neste estudo tal foi comprovado, dado que a uma distância menor de 2 metros, perto da fonte sonora, os valores obtidos para o RASTI eram iguais ou superiores a 0,45 (valor médio mínimo considerado aceitável). No entanto, a partir dessa distância os valores de RASTI diminuía drasticamente, provocando uma má ou medíocre inteligibilidade da palavra, o que obriga, a título de exemplo, o professor a reunir a turma sempre que é necessário dar instrução.

4.3.3.6. RUÍDO MAIS INCÓMODO/PERTURBADOR NO DECORRER DO TRABALHO

a) Ruído externo mais incómodo/perturbador

Relativamente aos ruídos externos 71% dos inquiridos refere que nenhum ruído os perturba no decorrer do trabalho, 14% afirma que outros ruídos os perturbam, 9% diz que é o tráfego das ruas que perturba, 6% refere que são as fábricas, oficinas e pessoas nas ruas que os perturba (Figura 4.17).

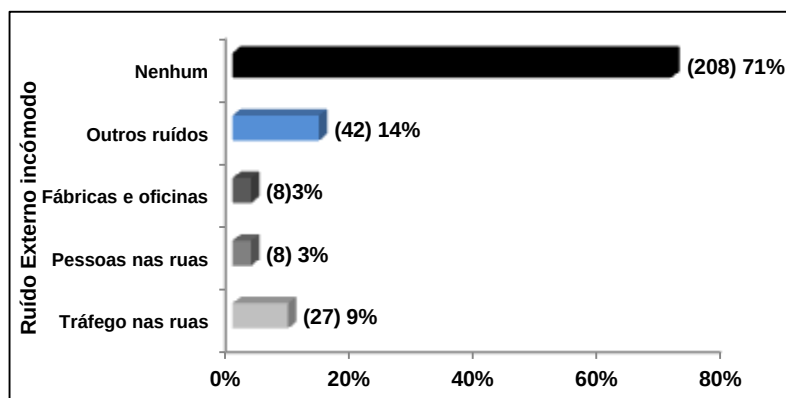


Figura 4.17 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao ruído externo mais incómodo/perturbador

b) Ruído interno mais incómodo/perturbador

No que diz respeito aos ruídos internos 73% dos inquiridos refere que nenhum ruído os perturba no decorrer do trabalho, 15% afirmam que outros ruídos os perturbam, 9% diz que é a conversação e circulação das pessoas, 3% refere que é o tipo de actividades. (Figura 4.18).

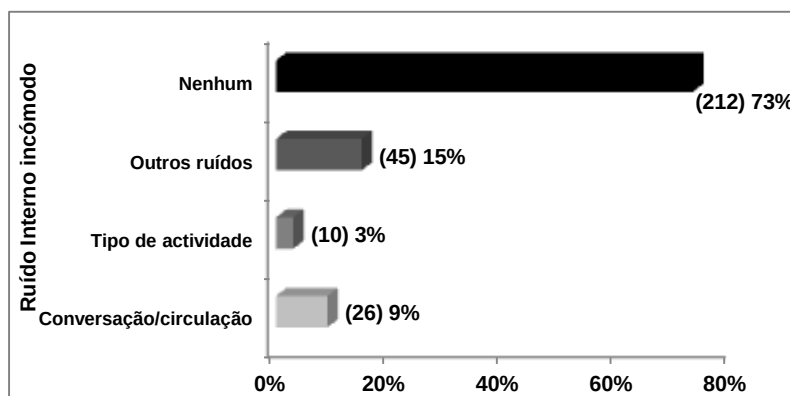


Figura 4.18 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao ruído interno mais incómodo/perturbador

Concluí-se que, relativamente aos ruídos externos, 71% dos professores refere que nenhum ruído externo os perturba no decorrer do trabalho, isso explica-se pela localização destas instalações estarem situadas distantes de fontes de ruído elevadas tais como tráfego de ruas, fábricas, estações de comboios, etc. No entanto, no que se refere ao ruído interno apesar da maior parte dos inquiridos referir que nenhum ruído os perturba no decorrer do trabalho, esta resposta é contraditória uma vez que 46% dos inquiridos considera que o que mais contribui para o aumento do ruído na instalação desportiva são o número

de turmas e de alunos e 33% considera que as condições acústicas da instalação são o principal fator da existência do ruído.

4.3.3.7. GRAU DE PERMANÊNCIA DO SOM DENTRO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

No que concerne ao grau de permanência do som na instalação desportiva, 39% afirma que o som permanece pouco tempo na instalação, 32% refere que o som que permanece na instalação é moderado, 19% diz que se mantém muito tempo na instalação, só 2% refere que a duração é extrema, 8% refere que não permanece tempo nenhum. (Figura 4.19).

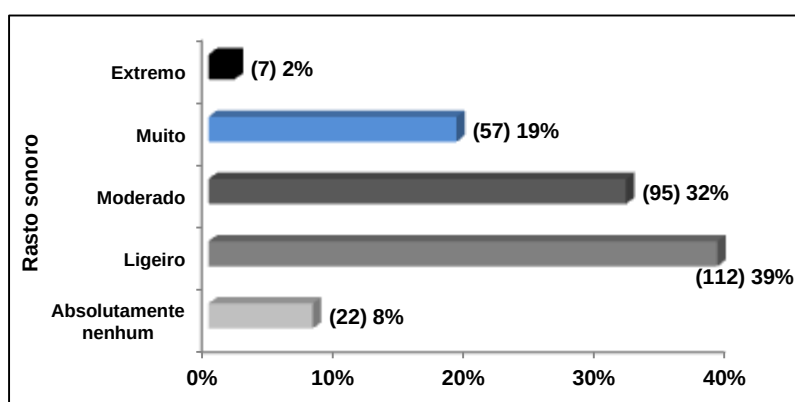


Figura 4.19 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao grau de permanência do som dentro da instalação desportiva

No que concerne ao grau de permanência do som na instalação desportiva, 71% afirma que o som permanece pouco ou moderadamente na instalação. Da análise efetuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação (*TR*) nas instalações desportivas escolares, verificou-se que os valores médios, em cinco pavilhões, estão acima dos 6 s. Na mesma análise, dois pavilhões obtiveram valores acima dos 5 s e um pavilhão obteve o valor de 4,2 s.

Conclui-se assim que todos os pavilhões estão acima dos 4 s, muito acima do que foi recomendado neste trabalho (1,5 s de decaimento). Esta situação observa-se devido ao grande volume deste tipo de instalações mas principalmente devido à pouca absorção sonora da envolvente interior, o que torna estes espaços muito reverberantes devido às suas superfícies muito refletoras, originando elevados valores de tempo de reverberação.

Apesar dos valores elevados de *TR*, depreende-se que talvez os professores não tenham a perceção subjetiva de quanto “tempo” o ruído permanece na instalação desportiva.

4.3.3.8. ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS/EFEITOS NEGATIVOS SENTIDOS NA EXECUÇÃO DAS TAREFAS, TENDO EM CONTA AS CONDIÇÕES ACÚSTICAS DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Relativamente aos efeitos fisiológicos negativos devido às condições acústicas na instalação desportiva 31% refere que já sentiram efeitos negativos, 28% refere que só ligeiras alterações, 22% refere que sentiram muitos efeitos negativos, 15% nunca sentiram efeitos negativos e 4% já tiveram alterações fisiológicas extremos. (Figura 4.20).

Verifica-se que 31% dos inquiridos já sofreram alterações ou efeitos fisiológicos causados pelo ruído e pelas más condições acústicas das instalações desportivas onde lecionam, como já se concluiu o ruído elevado pode causar efeitos tanto ao nível físico como psicológico, dificultando a execução das tarefas.

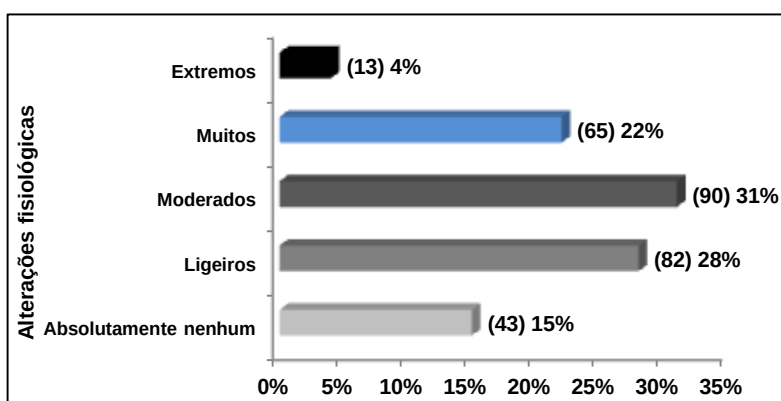


Figura 4.20 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas às alterações fisiológicas/efeitos negativos sentidos na execução das tarefas

4.3.4. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO VENTILAÇÃO (QUALIDADE DO AR INTERIOR)

4.3.4.1. OPINIÃO ACERCA DA QUALIDADE DE AR PURO (NOVO) INTRODUZIDO NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, É SUFICIENTE OU NÃO?

No que diz respeito à suficiente introdução natural de ar puro ou novo na instalação desportiva, 49% dos inquiridos refere que esta é suficiente, 40% afirma que existe muita introdução de ar novo na instalação, 4% diz que entra em demasia e 7% refere que não existe introdução de ar novo na instalação (Figura 4.21).

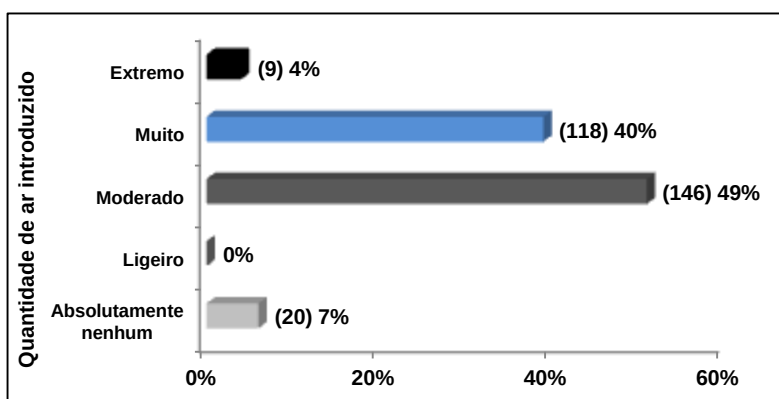


Figura 4.21 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à qualidade de ar puro (novo) introduzido na instalação desportiva, é suficiente ou não.

4.3.4.2. EXISTÊNCIA DE POLUENTES (POEIRAS NO AR, ODORES, DECOMPOSTOS VOLÁTEIS LIBERTADOS PELOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, ETC.) NO AR

Ao analisar a Figura 4.22 verifica-se que 34% referem que existem alguns poluentes na instalação desportiva, 28% referem que não há existência de poluentes, 20% afirmam que existem poluentes no ar, 12% mencionam que existem muitos poluentes e 6% poluentes em excesso.

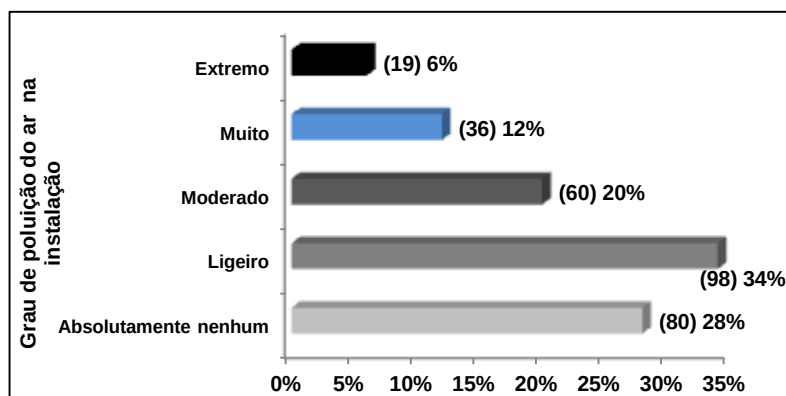


Figura 4.22 – Escalonamento das respostas obtidas relativas à existência de poluentes no ar.

4.3.4.3. GRAU DE INCÓMODO/DESCONFORTO CAUSADO PELAS CORRENTES DE AR NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

No que diz respeito ao incómodo causado pelas possíveis correntes de ar, 28% dos inquiridos referem que sentem um ligeiro incómodo, 27% afirmam que sentem correntes de ar, 17% sentem muito incómodo, 8% sentem muitas correntes de ar e 20% não sentem incómodo nenhum (Figura 4.23).

Nos valores apresentados no capítulo da apresentação e discussão dos resultados constatou-se que não existe muita variação na velocidade do ar nas instalações desportivas, os valores apresentados são menores que 2 m/s. Os valores recomendados por toda a bibliografia consultada sugerem que a velocidade do ar adequada deve ser menor que 2 m/s, o que significa que neste tipo de instalações a velocidade do ar não causa incómodo aos professores, alunos e outros utilizadores.

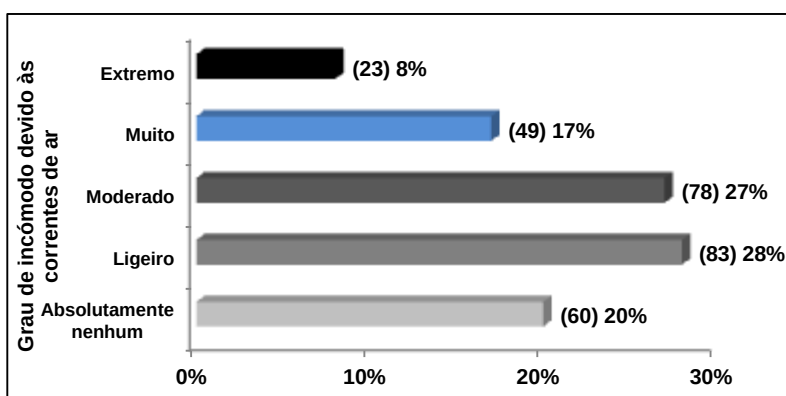


Figura 4.23 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao grau de incómodo/desconforto causado pelas correntes de ar.

4.3.5. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO TÉRMICA (TEMPERATURA INTERIOR)

4.3.5.1. OPINIÃO ACERCA DA TEMPERATURA DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NOS MESES MAIS QUENTES

No que concerne à temperatura nos meses mais quentes, 60% dos inquiridos refere que é aceitável, 23% afirma que é quente, 15% muito quente, 2% refere que é fria a instalação desportiva (Figura 4.24).

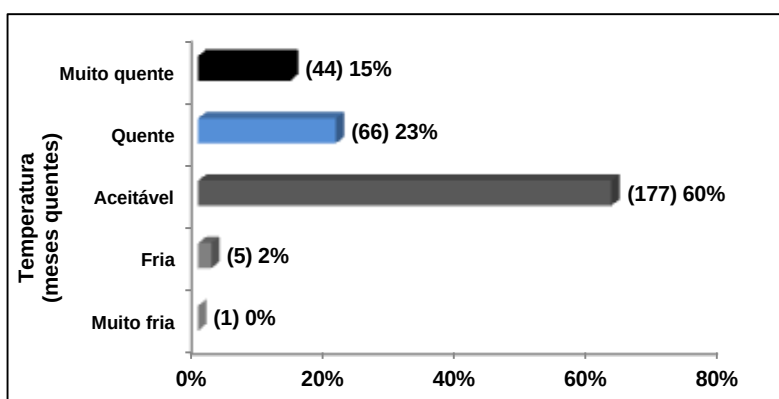


Figura 4.24 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à temperatura da instalação desportiva, nos meses mais quentes.

4.3.5.2. OPINIÃO ACERCA DA TEMPERATURA DA INSTALAÇÃO DEPORTIVA, NOS MESES MAIS FRIOS

No que concerne à temperatura nos meses mais frios 53% dos inquiridos refere que é muito fria, 31% afirma que é fria, 16% menciona que é aceitável, 1% refere que é quente a instalação desportiva (Figura 4.25).

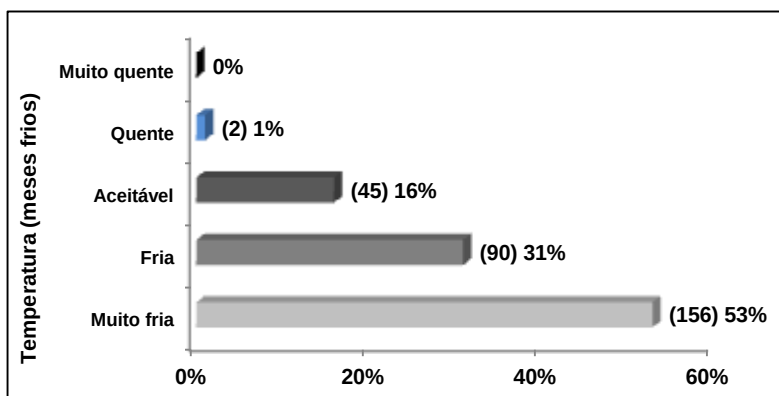


Figura 4.25 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à temperatura da instalação desportiva, nos meses mais frios

No que concerne à temperatura, os professores consideram maioritariamente que as instalações são muito frias. As medições *in situ* corroboram com a perceção do conforto térmico dos professores uma vez que se verificou, que o valor médio da temperatura interior nestas instalações desportivas era de 13 °C, valor semelhante ao observado no exterior. Segundo a ASHRAE (1995), os valores da temperatura para ginásios escolares deverão situar-se entre os 18 °C e os 20 °C.

4.3.6. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA (HUMIDADE INTERIOR)

4.3.6.1. OPINIÃO ACERCA DA HUMIDADE INTERIOR DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NOS MESES MAIS QUENTES

Relativamente à humidade nos meses mais quentes, 68% dos inquiridos referem que a humidade é aceitável, 22% refere que existe pouca humidade, 4% afirma que existe alguma humidade, menos que 1% refere que existe muita humidade e 6% refere que não existe humidade na instalação desportiva (Figura 4.26).

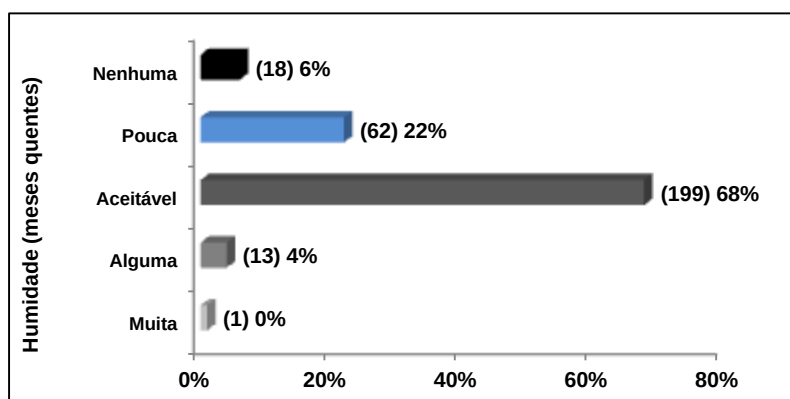


Figura 4.26 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à humidade interior da instalação desportiva, nos meses mais quentes

4.3.6.2. OPINIÃO ACERCA DA HUMIDADE INTERIOR DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NOS MESES MAIS FRIOS

Relativamente à humidade nos meses mais frios, 36% dos inquiridos referem que existe alguma humidade, 34% refere que existe muita humidade, 29% afirma que a humidade existente é aceitável, 1% refere que existe pouca humidade e menos do que 1% refere que não existe humidade na instalação desportiva (Figura 4.27).

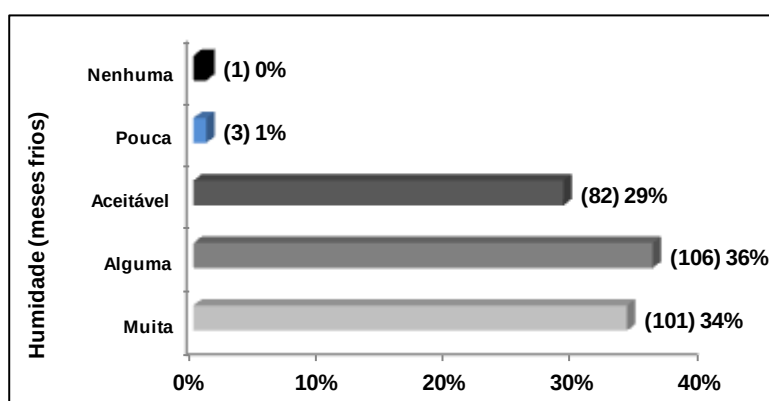


Figura 4.27 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à humidade interior da instalação desportiva, nos meses mais frios

Os professores referem que a humidade relativa é muito elevada nos meses mais frios, o que é comprovado pelos valores obtidos nas medições *in situ* neste estudo. A média obtida foi de 71% de humidade relativa, o que vai de encontro à perceção dos professores de Educação Física. Para este estudo, a recomendação da ASHRAE (1995), foi a considerada mais adequada para este tipo de instalações desportivas, de forma a obter conforto relativamente a este parâmetro situando-se entre os 50% e os 60% de humidade relativa.

4.3.6.3. GRAU DE INCÓMODO OU PERTURBAÇÕES AO NÍVEL FISIOLÓGICO (IRRITAÇÃO DAS MUCOSAS, OLHOS SECOS E DESCONFORTO NASAL) CAUSADOS PELAS CONDIÇÕES HIGROTÉRMICAS (TEMPERATURA E HUMIDADE INTERIORES) DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Verifica-se na Figura 4.28 que 31% dos inquiridos sentem ligeiras perturbações do foro fisiológico devido às condições higrotérmicas, 28% sentem incómodo moderado, 18% sentem muito incómodo, 2% sentem perturbações extremas e

21% não sentem qualquer tipo de perturbações do foro fisiológico devido às condições higrotérmicas.

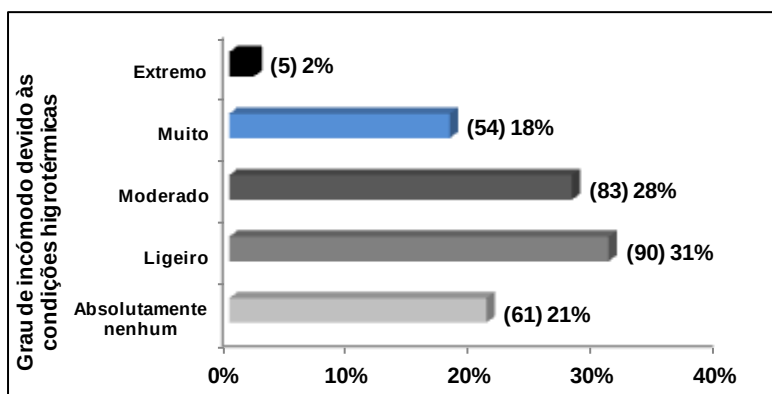


Figura 4.28 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao incómodo/perturbações ao nível fisiológico

Como já se verificou, é natural que os professores sintam “desconforto” higrotérmico, uma vez que os valores de temperatura obtidos *in situ* neste estudo, foram muito baixos e a humidade relativa obtida, foi muito elevada. Segundo Wilmore e Costill (2001), temperaturas muito baixas podem causar problemas na atividade física, que vão desde hipotermia, rigidez muscular e articular, etc. Estes autores referem ainda que, quando a humidade relativa é muito elevada, vai existir limitação da evaporação do suor e da perda de calor, dificultando a atividade física. Para além disso, a APIRAC (2002) reforça o que foi referido pelos autores citados, mencionando que, níveis de humidade relativa elevada contribuem para o crescimento e propagação de poluentes biológicos não saudáveis.

4.3.7. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (INSOLAÇÃO)

4.3.7.1. OPINIÃO ACERCA DA DISTRIBUIÇÃO UNIFORME DOS RAIOS SOLARES ATRAVÉS DE SUPERFÍCIES TRANSPARENTES (JANELAS E COBERTURA) DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Tomando em consideração a iluminação natural, na instalação desportiva, 68% dos inquiridos indicaram que a distribuição dos raios solares é ligeira ou moderadamente uniforme, 10% refere que é muito uniforme, 1% afirma que é

extremamente uniforme e 21% refere que a distribuição dos raios solares não é nada uniforme (Figura 4.29).

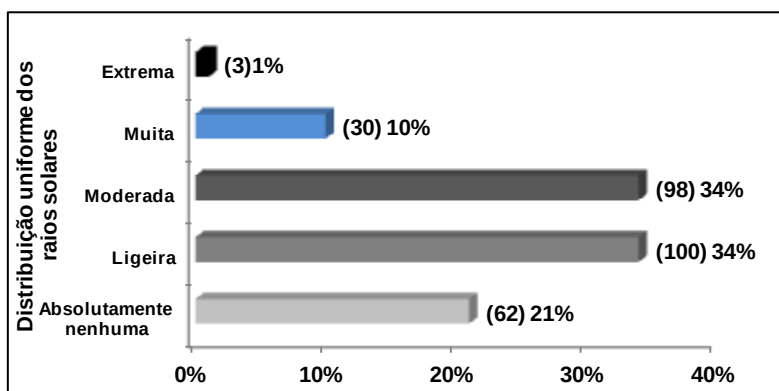


Figura 4.29 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à distribuição uniforme dos raios solares

Ao fazer a análise dos valores obtidos no capítulo da apresentação e discussão dos resultados verifica-se grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, o que se conclui que não existe uma distribuição uniforme dos raios solares, isto porque as instalações não estão orientadas da melhor forma, nem a distribuição das aberturas é a mais eficaz. A escolha da orientação da instalação é muito importante para evitar uma deficiente distribuição da luz, evitar perdas térmicas, sobreaquecimento e elevado consumo de energia elétrica.

4.3.7.2. OPINIÃO ACERCA DOS CONTRASTES DE LUMINOSIDADE, DENTRO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, QUE GERAM ENCADEAMENTO, BRILHOS E REFLEXOS

Relativamente aos contrastes de luminosidade dentro da instalação desportiva, que geram encadeamento, brilhos e reflexos, 64% dos inquiridos indicaram a existência de muitos contrastes de luminosidade gerando moderado a muito encadeamento na instalação, 20% refere que os contrastes são ligeiros, 7% afirma que esses contrastes são exagerados e 9% refere que não existem contrastes de luminosidade (Figura 4.30).

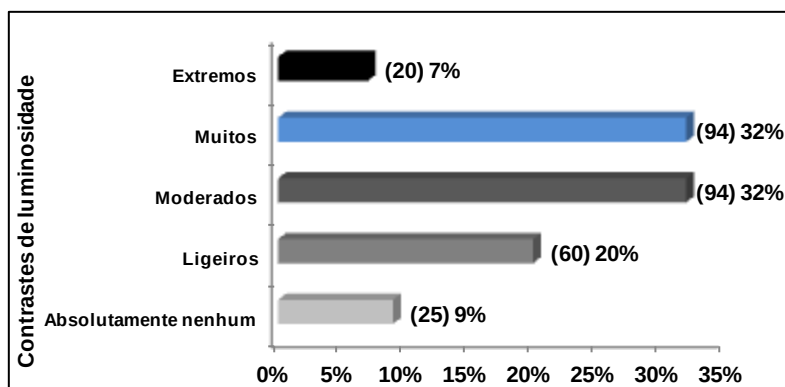


Figura 4.30 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas aos contrastes de luminosidade

No que diz respeito aos contrastes de luminosidade, a maior parte dos professores indicou que existem muitos contrastes de luminosidade gerando encadeamento na instalação.

Ao fazer a análise dos valores medidos apresentados no capítulo da apresentação e discussão dos resultados verificou-se grande discrepância entre os valores mínimos e máximos de iluminação natural, confirmando a percepção dos professores. Verifica-se que em geral não existe boa distribuição interior da iluminação natural nas instalações desportivas. Os valores mínimos revelam insuficiente iluminação natural e os máximos possível encadeamento. Os valores médios permitem prever a necessidade de recorrer à iluminação artificial.

4.3.8. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (LÂMPADAS)

4.3.8.1. OPINIÃO ACERCA DA REPARTIÇÃO REGULAR DA LUZ PROVENIENTE DAS LÂMPADAS, NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Na Figura 4.31, tomando em consideração a iluminação artificial na instalação desportiva, 47% dos inquiridos refere que existe boa repartição regular da luz, 28% afirma que a repartição da luz é regular, 14% considera que é exagerada, 9% diz que a repartição é pouco regular e 2% refere que é inexistente.

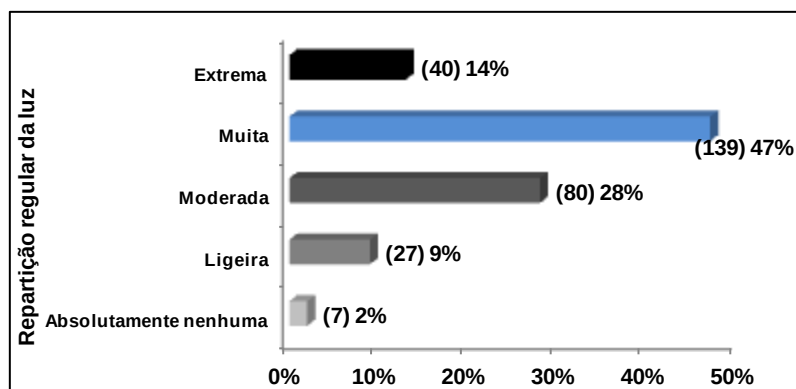


Figura 4.31 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à repartição regular da luz artificial

Constata-se através da análise dos resultados apresentados no capítulo da apresentação e discussão dos resultados que a Iluminação Artificial pode ser considerada boa, uma vez que o valor médio obtido foi de 616 lux, podendo considerar-se que este tipo de instalações, é munida de número suficiente de lâmpadas que permitem uma distribuição equilibrada da iluminação artificial. No entanto, neste estudo, sugere-se que os valores considerados razoáveis para a realização da atividade física nos PDE se situam entre os 400 e os 500 lux.

4.3.8.2. OPINIÃO ACERCA DA INSTABILIDADE E MÁ QUALIDADE DA LUZ DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, QUE POSSA GERAR FADIGA VISUAL NO DECORRER DAS TAREFAS

Relativamente à opinião dos professores acerca da instabilidade e má qualidade da luz verifica-se na Figura 4.32 que, 47% dos inquiridos considera que não existe instabilidade e má qualidade de luz na instalação desportiva, 29% refere que existe uma ligeira instabilidade de luz, 18% afirma que há instabilidade de luz, 5% refere que existe muita instabilidade da luz e 1% considera a instabilidade extrema.

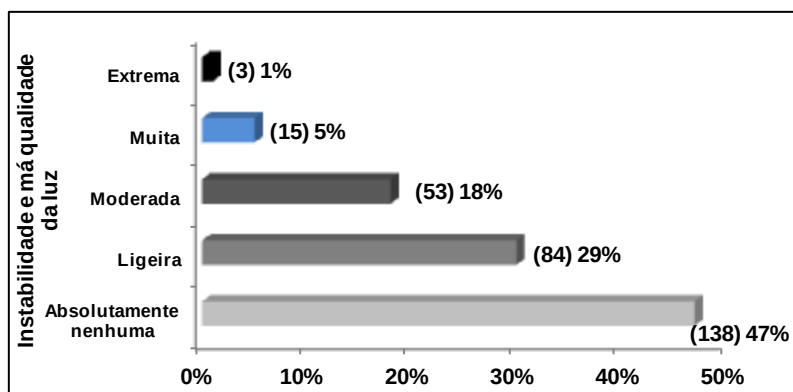


Figura 4.32 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à instabilidade e má qualidade da luz

4.3.8.3. OPINIÃO ACERCA DO GRAU DE PERCEÇÃO DOS OBJETOS E DAS LINHAS, TENDO EM CONTA A DISTRIBUIÇÃO REGULAR DA LUZ DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA

Relativamente à distribuição regular da luz, 45% dos inquiridos consegue ter boa percepção dos objetos e das linhas, 29% consegue ter razoável percepção dos objetos e linhas, 16% refere que essa percepção é extrema, 8% diz que tem ligeira percepção dos objetos e linhas e 1% refere que não consegue perceber os objetos e as linhas (Figura 4.33).

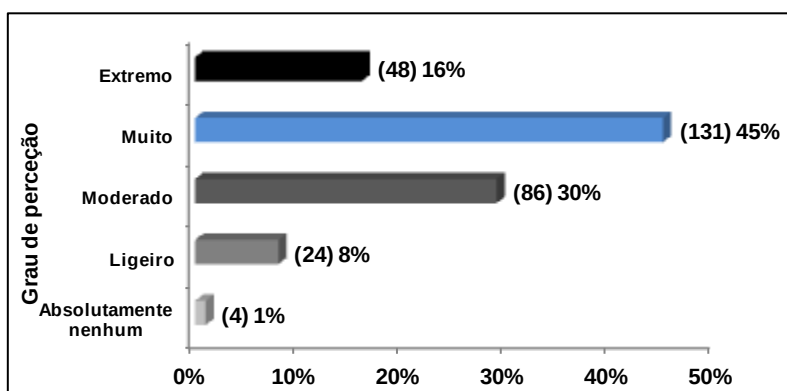


Figura 4.33 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao grau de percepção dos objetos e das linhas

4.3.9. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO PISOS DESPORTIVOS (REVESTIMENTO)

4.3.9.1. CLASSIFICAÇÃO DO REVESTIMENTO DO PISO DA INSTALAÇÃO DESPORTIVA RELATIVAMENTE ÀS CARACTERÍSTICAS SEGUINTE:

a) Aderência

Relativamente à aderência do pavimento desportivo, 36% dos inquiridos refere que o piso é moderadamente escorregadio, 21% afirmam que é muito escorregadio, 6% diz que é extremamente escorregadio, 28% considera o piso ligeiramente escorregadio e 9% diz que o piso não é nada escorregadio (Figura 4.34).

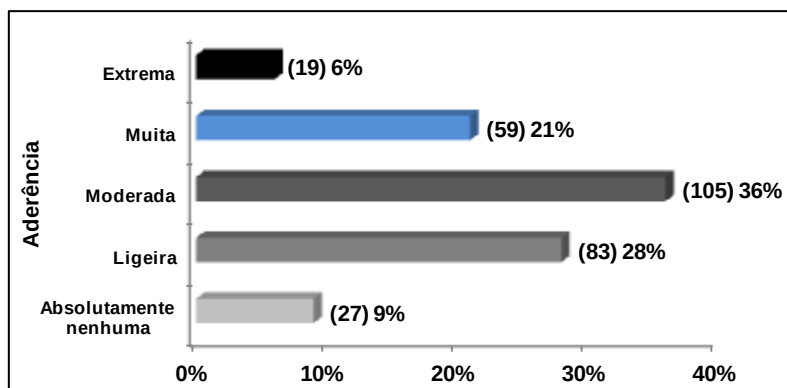


Figura 4.34 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à aderência do piso

b) Elasticidade e segurança

Na Figura 4.35 são apresentados os dados relativos à elasticidade e segurança do pavimento desportivo, 45% dos inquiridos considera moderada a elasticidade e segurança do piso, 21% refere que o piso tem muita elasticidade e segurança, 2% diz que esta exagerada, 25% refere que a elasticidade e segurança do piso é ligeira e 7% refere que o piso não tem elasticidade nem é seguro.

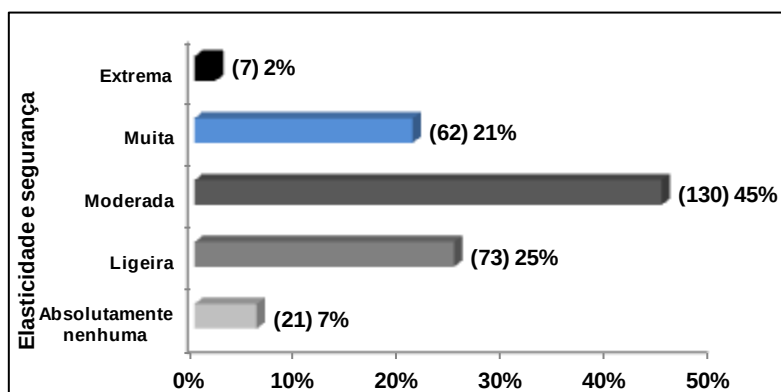


Figura 4.35 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à elasticidade e segurança

c) Absorção aos esforços de impacto

No que concerne à absorção aos esforços de impacto do pavimento desportivo, 41% dos inquiridos considera moderada a absorção do piso, 28% refere que o piso é ligeiramente absorvente, 15% refere que o piso é muito absorvente, 4% considera extremamente absorvente e 12% refere que o piso não absorve o impacto (Figura 4.36).

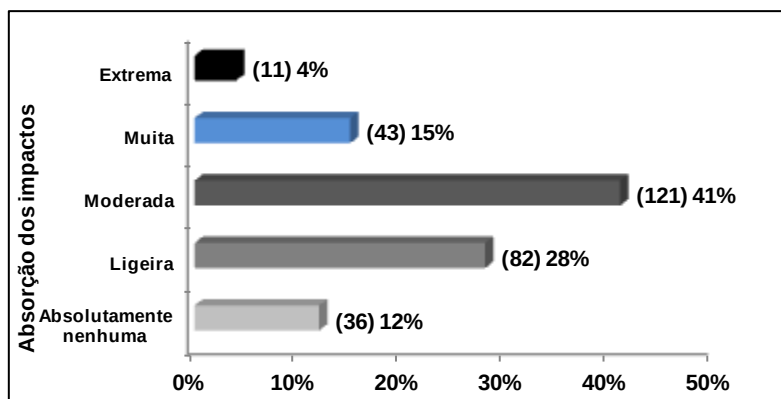


Figura 4.36 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à absorção aos esforços de impacto

d) Reflexão da luz

Relativamente à opinião dos professores acerca da reflexão da luz, ao analisar a Figura 4.37 verifica-se que 41% dos inquiridos considera o piso moderadamente refletor, 30% refere que este é ligeiramente refletor, 21% diz que o piso não reflete absolutamente nada, 7% refere que é muito refletor e 1% considera exageradamente refletor.

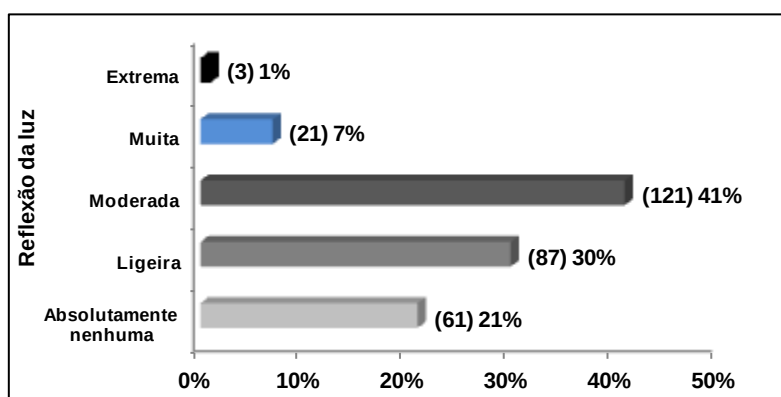


Figura 4.37 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à reflexão da luz

e) Soalho solto, lascado ou mal colocado

No que concerne às condições do piso, 60% dos inquiridos considera que o piso está em boas condições, 16% refere que tem ligeiros problemas de desgaste, 12% afirma que o piso tem desgaste e por último 12% considera o piso em más ou muito más condições (Figura 4.38).

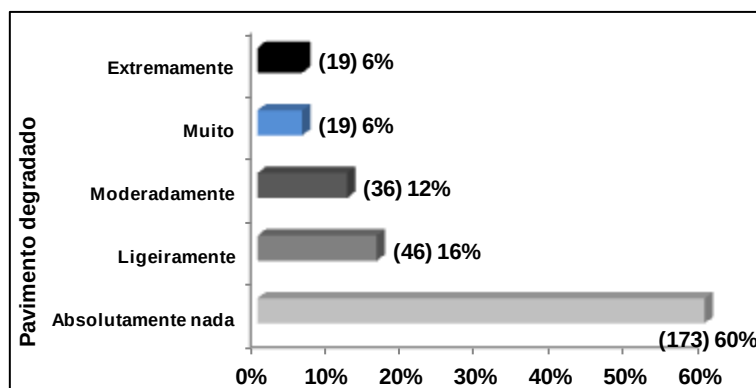


Figura 4.38 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas ao pavimento degradado

4.3.10. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ACESSIBILIDADES

4.3.10.1. EXISTÊNCIA DE BARREIRAS ARQUITETÓNICAS NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, NÃO ESTANDO ESTA PREPARADA PARA PESSOAS COM MOBILIDADE CONDICIONADA OU COM DIFICULDADES SENSORIAIS

No que diz respeito à existência de barreiras arquitetónicas na instalação desportiva verifica-se que 58% dos inquiridos refere que não existem barreiras arquitetónicas e 42% afirma que existem barreiras arquitetónicas (Figura 4.39).

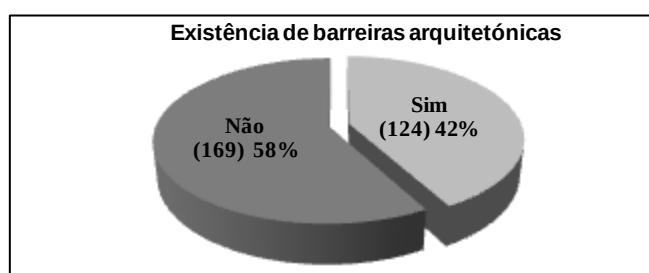


Figura 4.39 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à existência de barreiras arquitetónicas na instalação desportiva

4.3.10.2. EXISTÊNCIA DE INSTALAÇÕES SANITÁRIAS NA INSTALAÇÃO DESPORTIVA, PREPARADAS PARA PESSOAS COM MOBILIDADE CONDICIONADA OU COM DIFICULDADES SENSORIAIS

No que diz respeito à existência de instalações sanitárias preparadas para pessoas com mobilidade condicionada, 56% dos inquiridos refere que não existem instalações sanitárias, 44% afirma que existem instalações sanitárias preparadas para pessoas com mobilidade condicionada (Figura 4.40).

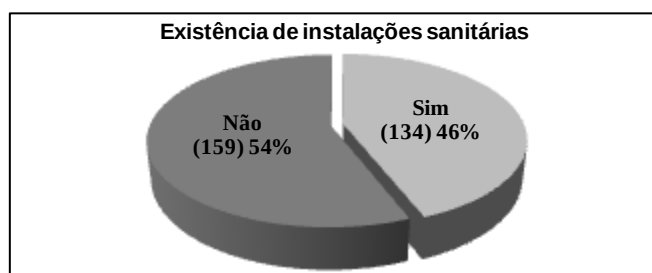


Figura 4.40 – Escalonamento das respostas obtidas, relativas à existência de instalações sanitárias para pessoas deficientes

4.4. CONCLUSÕES

O objetivo principal da aplicação deste inquérito era verificar qual a perceção que os professores de Educação Física tinham relativamente ao conforto e qualidade ambiental nas instalações desportivas escolares onde lecionam. Outro dos propósitos deste estudo era propor um instrumento de avaliação de instalações desportivas, que permitisse avaliar a perceção da qualidade e do conforto por parte de todos os utilizadores deste tipo de instalações.

O modelo de medida realizado continha seis perguntas gerais sobre a perceção do conforto e qualidade ambiental nas instalações desportivas. As restantes perguntas (vinte e quatro), referiam-se à perceção do conforto de cada parâmetro específico (acústica, higrotérmica, luminosidade, pisos e acessibilidades).

Conclui-se que o estudo social efetuado permitiu detetar incomodidades (do ruído, térmicas, luminosidade, etc.) e a sua origem, sentidas ou percebidas pelos inquiridos, resultante das próprias aulas, estrutura do local ou influência do exterior.

Após o tratamento do inquérito, foi realizada a análise dos resultados e estabelecida uma relação com os valores reais obtidos em cada parâmetro.

Os resultados obtidos da aplicação deste inquérito, sobre uma amostra de 293 professores de Educação Física, permitiu verificar que existe relação entre os resultados das respostas dos inquiridos e os dados efetivos obtidos nas instalações desportivas.

Efetivamente, os dados obtidos da percepção dos professores relativamente à qualidade e conforto no seu local de trabalho, tiveram uma elevada relação com os valores reais medidos, principalmente ao nível da acústica, temperatura e humidade relativa.

Após a análise das respostas referentes à qualidade e ao conforto ambiental das instalações desportivas escolares, concluiu-se que a maioria dos inquiridos considera o local de trabalho desconfortável (63%) e sentem-se exaustos no final de um dia de trabalho (60%). A maior parte dos inquiridos considera que o parâmetro que influencia mais esse desconforto e exaustão é a acústica (44%) sendo este um dos parâmetros a alterar juntamente com a aplicação de aquecimento nas instalações.

Apesar da maior parte dos inquiridos referirem que não tiveram qualquer gasto económico devido a problemas de saúde causados pelas condições do seu local de trabalho, dos que tiveram que recorrer ao médico por problemas de saúde, mencionaram que o fizeram devido a problemas ao nível vocal (37%) e respiratório (28%).

4.4.1. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ACÚSTICO (RUÍDO)

Verificou-se que 45% dos inquiridos se sentem muito incomodados com o ruído na instalação desportiva e que a altura do dia em que o ruído é mais difícil de suportar é no fim da tarde (43%). Os inquiridos consideraram que o que mais contribui para a existência do ruído na instalação desportiva é o número de turmas e de alunos (48%) e para 34% dos inquiridos as condições acústicas da instalação são o principal fator do aumento do ruído.

Este incómodo sentido pelos inquiridos foi suportado pelos valores obtidos nos parâmetros tempo de reverberação (TR) e RASTI apresentados na descrição

dos resultados no capítulo da apresentação e discussão dos resultados. Depreende-se que as instalações têm falta de materiais absorventes sonoros, não estão devidamente isoladas a ruídos aéreos e de percussão, tornando os espaços muito reverberantes, obtendo valores iguais ou superiores de TR a 4 segundos que contribuem para obtenção de má inteligibilidade da palavra.

O professor é obrigado a elevar o tom de voz para se fazer ouvir e entender, forçando as suas cordas vocais e como passa uma média de 6 horas exposto a um L_{Aeq} superior a 80 dB, a sua capacidade auditiva poderá ser afetada. O cansaço torna-se não só físico como psicológico.

De facto, na análise dos resultados verifica-se um aumento de cerca de 16 dB(A), quando passa a estar uma turma na instalação desportiva, quando passam de uma turma para duas e duas para três turmas à um aumento de cerca de 2 dB(A), ou seja, com três turmas à um aumento de 6 dB. Os resultados permitem concluir que sempre que estão presentes duas ou mais turmas em simultâneo o valor de L_{Aeq} é superior ao recomendado pela legislação portuguesa, 80 dB(A).

Conclui-se que relativamente aos ruídos externos 71% dos professores refere que nenhum ruído externo os perturba no decorrer do trabalho, isso explica-se pela localização destas instalações estarem situadas distantes de fontes de ruído elevadas tais como tráfego de ruas, fábricas, estações de comboios, etc. No entanto, no que se refere ao ruído interno apesar da maior parte dos inquiridos (73%) referir que nenhum ruído os perturba no decorrer do trabalho, esta resposta é contraditória uma vez que 46% dos inquiridos considera que o que mais contribui para o aumento do ruído na instalação desportiva são o número de turmas e de alunos e 34% considera que as condições acústicas da instalação são o principal fator da existência do ruído.

Verificou-se ainda que, os professores realizam um grande esforço para se fazerem ouvir na instalação desportiva (46%), apesar de conseguirem perceber razoavelmente as pessoas a uma distância de 2 metros. Esta situação acontece porque estas instalações obtiveram valores muito elevados de tempo de reverberação, acima dos 4 s o que significa que estes espaços são muito refletores do ruído o que torna a inteligibilidade da palavra medíocre.

Obtiveram-se valores de RASTI entre 0,29 e 0,34, muito baixos, uma vez que o ideal seria obter valores de RASTI superiores ou iguais a 0,45. Os alunos não conseguem entender o professor pelo que o professor é obrigado a elevar o tom de voz para se fazer ouvir, no entanto, a uma distância menor de 2 metros, perto da fonte sonora, os valores obtidos para o RASTI eram iguais ou superiores a 0,45 (valor médio mínimo considerado aceitável). No entanto, a partir dessa distância os valores de RASTI diminuía drasticamente, provocando uma má ou medíocre inteligibilidade da palavra, o que obriga, a título de exemplo, o professor a reunir a turma sempre que é necessário dar instrução.

No que concerne ao grau de permanência do som na instalação desportiva, 71% dos professores afirmam que o som permanece pouco ou moderadamente na instalação. Da análise efetuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação (*TR*) nas instalações desportivas escolares, verificou-se que os valores médios, em cinco pavilhões, estão acima dos 6 s. Na mesma análise, dois pavilhões obtiveram valores acima dos 5 s e um pavilhão obteve o valor de 4,2 s.

Conclui-se assim que todos os pavilhões estão acima dos 4 s, muito acima do que foi recomendado neste trabalho (1,5 s de decaimento). Esta situação observa-se devido ao grande volume deste tipo de instalações mas principalmente devido à pouca absorção sonora da envolvente interior, o que torna estes espaços muito reverberantes devido às suas superfícies muito refletoras, originando elevados valores de tempo de reverberação.

Apesar dos valores elevados de *TR*, depreende-se que talvez os professores não tenham a percepção subjetiva de quanto “tempo” o ruído permanece na instalação desportiva.

Verificou-se que 31% dos inquiridos já sofreram alterações ou efeitos fisiológicos causados pelo ruído e pelas más condições acústicas das instalações desportivas onde lecionam, como já se concluiu o ruído elevado pode causar efeitos tanto ao nível físico como psicológico, dificultando a execução das tarefas.

4.4.2. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO VENTILAÇÃO (QUALIDADE DO AR INTERIOR)

Verificou-se que 49% dos inquiridos consideraram que existe suficiente introdução natural de ar puro ou novo na instalação desportiva, no entanto, 34% referiram que existem alguns poluentes na instalação desportiva e que sentem incómodo devido às correntes de ar (27%).

Nos valores apresentados no capítulo da apresentação e discussão dos resultados constatou-se que não existe muita variação na velocidade do ar nas instalações desportivas, os valores apresentados são menores que 2 m/s. Os valores recomendados por toda a bibliografia consultada sugerem que a velocidade do ar adequada deve ser menor que 2 m/s, o que significa que neste tipo de instalações a velocidade do ar não causa incómodo aos professores, alunos e outros utilizadores.

4.4.3. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO TÉRMICA (TEMPERATURA INTERIOR)

No que concerne à temperatura os professores consideraram maioritariamente que nos meses quentes a temperatura é aceitável (60%) e que nos meses frios as instalações são muito frias (53%). As medições *in situ* corroboram com a percepção do conforto térmico dos professores uma vez que se verificou, que o valor médio da temperatura interior no inverno nestas instalações desportivas era de 13 °C, valor semelhante ao observado no exterior. Segundo a ASHRAE (1995), os valores da temperatura para ginásios escolares deverão situar-se entre os 18 °C e os 20 °C.

4.4.4. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO HUMIDADE RELATIVA (HUMIDADE INTERIOR)

No que concerne à humidade relativa os professores consideraram maioritariamente que nos meses quentes a humidade relativa é aceitável (68%) e que nos meses frios as instalações são húmidas ou muito húmidas (70%). As medições *in situ* corroboram com a percepção do conforto térmico dos

professores uma vez que se verificou que a média obtida foi de 71% de humidade relativa. Para este estudo, a recomendação da ASHRAE (1995), foi a considerada mais adequada para este tipo de instalações desportivas, de forma a obter conforto relativamente a este parâmetro situando-se entre os 50% e os 60% de humidade relativa.

Verificou-se ainda que 31% dos inquiridos sentem ligeiras perturbações do foro fisiológico devido às condições higrotérmicas.

Como já se verificou, é natural que os professores sintam “desconforto” higrotérmico, uma vez que os valores de temperatura obtidos *in situ* neste estudo, foram muito baixos e a humidade relativa obtida, foi muito elevada. Segundo Wilmore e Costill (2001), temperaturas muito baixas podem causar problemas na atividade física, que vão desde hipotermia, rigidez muscular e articular, etc. Estes autores referem ainda que, quando a humidade relativa é muito elevada, vai existir limitação da evaporação do suor e da perda de calor, dificultando a atividade física. Para além disso, a APIRAC (2002) reforça o que foi referido pelos autores citados, mencionando que, níveis de humidade relativa elevada contribuem para o crescimento e propagação de poluentes biológicos não saudáveis.

4.4.5. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ILUMINAÇÃO NATURAL (INSOLAÇÃO)

Tomando em consideração a iluminação natural na instalação desportiva, 68% dos inquiridos indicaram que a distribuição dos raios solares é uniforme, no entanto, a maior parte dos professores (64%) indicou que existem muitos contrastes de luminosidade gerando encadeamento na instalação.

Ao fazer a análise dos valores obtidos no capítulo da apresentação e discussão dos resultados verifica-se grande discrepância entre os valores mínimos e máximos, confirmando a percepção dos professores. Verifica-se que em geral não existe boa distribuição interior da iluminação natural nas instalações desportivas. Os valores mínimos revelam insuficiente iluminação natural e os máximos possível encadeamento. Os valores médios permitem prever a necessidade de recorrer à iluminação artificial. As instalações não estão

orientadas da melhor forma, nem a distribuição das aberturas é a mais eficaz. A escolha da orientação da instalação é muito importante para evitar uma deficiente distribuição da luz, evitar perdas térmicas, sobreaquecimento e elevado consumo de energia elétrica.

4.4.6. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (LÂMPADAS)

Tomando em consideração a iluminação artificial na instalação desportiva, 47% dos inquiridos refere que existe boa repartição regular da luz e que não existe instabilidade e má qualidade de luz na instalação desportiva (47%), existindo boa perceção dos objetos e das linhas (45%).

Constata-se através da análise dos resultados apresentados no capítulo da apresentação e discussão dos resultados que a Iluminação Artificial pode ser considerada boa, uma vez que o valor médio obtido foi de 616 lux, podendo considerar-se que este tipo de instalações, é munida de número suficiente de lâmpadas que permitem uma distribuição equilibrada da iluminação artificial. No entanto, neste estudo, sugere-se que os valores considerados razoáveis para a realização da atividade física nos PDE se situam entre os 400 e os 500 lux.

4.4.7. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO PISOS DESPORTIVOS (REVESTIMENTO)

Relativamente à aderência do pavimento desportivo, 36% dos inquiridos refere que o piso é escorregadio, mas que é munido de alguma elasticidade e segurança do piso (45%) e absorve o impacto dos esforços. Relativamente à opinião dos professores acerca da reflexão da luz, verifica-se que 41% dos inquiridos considera o piso moderadamente refletor. No que concerne às condições do piso, 60% dos inquiridos considera que o piso está em boas condições.

4.4.8. CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO ACESSIBILIDADES

No que diz respeito à existência de barreiras arquitetónicas na instalação desportiva verifica-se que 58% dos inquiridos refere que não existem barreiras arquitetónicas e não existem instalações sanitárias preparadas para pessoas com mobilidade condicionada (56%).

5. METODOLOGIA MULTICRITÉRIO PARA DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL EM PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES

5.1. INTRODUÇÃO

As instalações desportivas devem proporcionar conforto aos utentes para que estes possam utilizar esses espaços e/ou aí realizar a sua atividade física de uma forma agradável e saudável, onde as condições físicas existentes para isso contribuam. E que ainda, pela sua qualidade ou outros atrativos construtivos e/ou funcionais, sejam um incentivo ao seu uso. É necessário dar a conhecer a gestores, professores e outros intervenientes neste tipo de instalações, as características ambientais do envolvimento natural (nos seus diversos aspetos e critérios), para que estes possam eliminar ou reduzir os problemas da instalação de forma a otimizar as suas aulas e a condição física dos seus utentes.

Como premissa de base, as instalações desportivas devem proporcionar adequadas condições em múltiplas áreas de conforto como de acústica, ventilação, temperatura, humidade, iluminação, insolação, pisos, acessibilidades, etc. Tudo isto deve ser obtido com um custo o mais ajustado possível. De igual modo, é também importante que se consiga que a estética final da instalação se torne agradável, mas onde deverá sempre prevalecer a funcionalidade e o conforto global.

Se na conceção destas instalações desportivas se tiver em conta todos os fatores importantes relativos a esses parâmetros (todos os “critérios”), problemas como deterioração rápida de material, aumento dos consumos energéticos e problemas de saúde, poderão ser evitados ou minimizados e os custos de manutenção ou reabilitação, reduzidos.

Cada vez mais surge a necessidade de quantificar e estabelecer critérios que permitam avaliar se as pessoas estão realmente sujeitas a incomodidades e

essencialmente, se mesmo sem se aperceberem podem estar a incorrer em riscos de lesões criando-se, assim, condições para solucionar e/ou prevenir essas situações.

Será assim útil ter uma ferramenta que conjugue todos os fatores e critérios mais importantes para se poder quantificar numericamente o “conforto” global de uma instalação.

O objetivo principal deste capítulo é definir um algoritmo multicritério para caracterizar um Índice de Conforto Global (ICG) dos Parques Desportivos Escolares (PDE), que analise e caracterize o comportamento acústico, higrotérmico, de iluminação, etc., de dois tipos de instalações desportivas escolares: os pavilhões e salas de desporto. Outros objetivos deste capítulo passam pela avaliação (com esse algoritmo multicritério) e comparação objetiva de uma amostra de instalações desportivas escolares, obter a possibilidade de avaliar futuros projetos deste tipo de instalações, através das considerações e do algoritmo determinados neste capítulo; e em geral o uso destes conhecimentos na atividade de projeto. Com esta análise multicritério torna-se possível e mais facilitada a avaliação de outras instalações desportivas ou até a análise de salas de uso diferente, como por exemplo salas de aula, tribunais, igrejas, etc.

Neste capítulo é feita uma análise, avaliação e comparação objetiva das características acústicas, térmicas e de iluminação das instalações desportivas escolares. É analisado um conjunto de parâmetros que se consideram determinantes para o conforto destas instalações, relativos a uma série de pavilhões e salas de desporto, de acordo com os dados retirados da caracterização dos PDE. Determinados os parâmetros mais importantes para a caracterização deste tipo de instalações, procede-se à determinação de uma metodologia ou algoritmo de análise multicritério relativo ao conforto destes locais, onde os critérios são os referidos parâmetros. Posteriormente, é aplicado o método à amostra em questão, o que vai permitir avaliar e comparar objetivamente estas instalações, sob o ponto de vista do conforto global.

5.2. MÉTODO MULTICRITÉRIO

5.2.1. DEFINIÇÃO

Segundo Vidal (2008) os problemas complexos de análise ou tomada de decisões são comuns numa infinidade de áreas, tanto públicas como privadas e desde sempre que o Homem os tenta resolver, apoiando-se em abstrações e raciocínios dedutivos, a fim de guiar e validar as suas escolhas. Para esta autora os métodos multicritério de apoio à decisão surgiram com o intuito de ajudar na resolução destes problemas complexos, que envolvem objetivos por vezes incompatíveis entre si. O seu objetivo é auxiliar a tomada de decisão nestas situações, nas quais há a necessidade de identificação de prioridades sob a ótica de múltiplos critérios.

Loureiro (2008) refere que estes métodos surgiram em seguimento dos métodos de *Investigação Operacional*. A *Investigação Operacional* nasceu após a segunda Guerra Mundial, derivada da grande experiência obtida pelas Forças Aliadas sobre problemas logísticos militares. Desenvolveram-se métodos estritamente matemáticos para que se encontrasse a solução ótima de problemas tais como otimização de custos, gastos, lucros, etc. O método MultiCritério de apoio à decisão nasceu posteriormente (década de 1970), com o intuito de enfrentar situações específicas, nas quais um decisor, atuando racionalmente, deveria resolver um problema em que eram vários os objetivos a serem alcançados de forma simultânea. Este método está presente em variadíssimos ramos e em problemas cuja complexidade pode variar muito - pode ser aplicado tanto em problemas relativamente simples e localizados, como por exemplo na escolha da localização de um estabelecimento comercial, ou em projetos mais complexos, tais como a elaboração de um plano de despesas nacional ao nível da saúde, por exemplo. Apesar de muito diferentes, todos estes problemas têm em comum múltiplos e conflituosos objetivos, que na maioria dos casos acarretam a consequência de ter de se “perder” algo ao nível de um objetivo para se alcançar um ganho ao nível de outro.

O *Método MultiCritério (MMC)* tem um carácter científico e ao mesmo tempo um pouco subjetivo, possuindo a característica de conseguir englobar todas as

características importantes do problema, inclusivé as não quantitativas, e sistematizar e transparecer o processo de resolução de problemas de decisão. A existência de uma estrutura de preferência, subjetiva, está implícita no método. A conceção da “melhor” solução ou da solução mais “equilibrada” depende muito desta estrutura de preferência, que por sua vez determina as regras de decisão.

Segundo Vidal (2008) o MMC é um método cujo objetivo é auxiliar a tomada de uma decisão em situações nas quais há a necessidade de identificação e conjugar prioridades sob a ótica de múltiplos critérios, o que ocorre normalmente quando coexistem objetivos múltiplos e divergentes.

Este método é usado muitas vezes, em cenários complexos, no entanto, é igualmente viável aplicá-lo em problemas de decisão mais restritos e simples, por exemplo, na escolha da localização ou das características de uma instalação desportiva.

A ideologia base do método multicritério resume-se ao seguinte: cada “*alternativa*” (cada instalação desportiva, neste caso) é avaliada pelos diferentes “*critérios*” (parâmetros de análise), sendo cada critério, uma medida de um “*objetivo*”. A partir deste ponto é atribuída à *alternativa* um valor final que irá servir como termo de comparação e avaliação entre as restantes *alternativas*.

Este método também pode ser usado (e sê-lo-á neste estudo) não para decidir mas para avaliar diferentes situações (alternativas) numa escala única.

Para perceber melhor este tipo de método, é útil fazer uma introdução e apresentação dos principais conceitos implicados nos problemas do tipo multicritério, de modo a facilitar a compreensão e familiarização com o problema.

5.2.2. CONCEITOS E CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Numa situação de decisão, existem: o *decisor*, *atributos* e *critérios*, *objetivos*, *alternativas* e *pesos*. É importante defini-los neste contexto de multicritério (Loureiro, 2008):

Decisor: indivíduo que modela o problema de decisão e que dita o juízo final acerca da solução em análise;

Atributos e critérios: Os atributos representam propriedades ou capacidades das *alternativas* para satisfazer determinadas necessidades, podendo ser representadas nas mais variadas unidades;

Os *critérios* definem os eixos de avaliação que direcionam a análise do problema, representando uma medida da eficácia do desempenho de cada alternativa, ou seja, permitem avaliar os níveis de cumprimento dos vários *objetivos*. Pode-se interpretar o conceito de *critério* como uma função relativa a um *atributo* que faz corresponder o conjunto de todos os pares ordenados de *alternativas*. Essa função deve ser tal que permita descrever o resultado da comparação entre duas alternativas a_i e a_j ($i \neq j$), segundo um *atributo* C_1 a partir da comparação de dois números reais $C_1(a_i)$ e $C_2(a_j)$.

Objetivos: É algo que se espera que seja concretizado. Um *objetivo* indica a direção de mudança desejada.

Alternativas: Uma *alternativa* é uma potencial solução do problema e designa-se por a , fazendo parte de um conjunto de escolha ou conjunto de *alternativas* A , que serão analisadas no problema. Nesta situação, uma *alternativa* será uma instalação desportiva específica e o conjunto A são todas as instalações estudadas (a amostra).

Pesos: Alguns *critérios* têm mais importância do que outros, para o *decisor*. Os pesos (P) representam a medida da importância relativa que os *critérios* têm para o decisor.

5.2.3. MODELO GERAL DO PROBLEMA

Segundo Loureiro (2008), o modelo geral do problema pode ser explicado da seguinte forma:

Considere-se a ; uma *alternativa* viável e A o conjunto de todas as *alternativas* viáveis (neste estudo a é uma instalação desportiva e A a amostra total). A cada *alternativa* a_i de A são associados n índices de valor $C_1(a_i)$, $C_2(a_i)$, ..., $C_n(a_i)$, que correspondem aos desempenhos da *alternativa* a_i conforme os n atributos (os parâmetros de análise). Os n índices avaliadores relacionam a

alternativa a_i de A com um ponto no espaço de consequências n -dimensional $C(a_i) = (C_1(a_i), C_2(a_i), \dots, C_n(a_i))$.

O problema do *decisor* consiste habitualmente em escolher uma *alternativa* a_i em A que melhor satisfaça relativamente aos resultados $C_1(a_i), C_2(a_i), \dots, C_n(a_i)$. Desta forma, é necessário obter uma função que combine $C_1(a_i), C_2(a_i), \dots, C_n(a_i)$ num parâmetro global de valor ou de análise. Portanto, deve ser definida uma função de valor escalar v sobre o espaço de consequências, com as seguintes propriedades:

$$v(C_1(a_i), C_2(a_i), \dots, C_n(a_i)) > v(C_1(a_j), C_2(a_j), \dots, C_n(a_j)) \Leftrightarrow v(a_i) > v(a_j) \Leftrightarrow a_i P a_j$$

$$v(C_1(a_i), C_2(a_i), \dots, C_n(a_i)) = v(C_1(a_j), C_2(a_j), \dots, C_n(a_j)) \Leftrightarrow v(a_i) = v(a_j) \Leftrightarrow a_i I a_j$$

Atende-se no facto de os valores dos desempenhos da alternativa a_i conforme os n atributos $C_1(a_i), C_2(a_i), \dots, C_n(a_i)$ terem sido convertidos previamente, através de uma função de valor simples, em valores numa única escala numérica. Isto porque, caso contrário, as magnitudes de cada atributo não poderiam ser comparadas pois carecia de sentido devido a estes mesmos atributos serem na maioria das vezes medidos em unidades diferentes.

5.2.4. PRINCIPAIS ETAPAS DO MÉTODO

Para Vidal (2008), as etapas que são essenciais para o desenvolvimento do método, são as seguintes:

a) Identificação de alternativas: São o motivo pelo qual surge o problema de decisão (ou de análise). Deve-se inicialmente eliminar a(s) alternativa(s) que não atinja(m) um nível pré-estabelecido em determinado atributo, de modo a simplificar o processo de decisão (ou de análise).

b) Identificação de objetivos: Deve-se ter em atenção os objetivos que são essenciais a atingir. Por vezes, os próprios objetivos estão na base do surgimento do problema de decisão, tratando-se nestes casos de dados pré-estabelecidos do problema.

c) Definição dos critérios relevantes para o problema de decisão: Os critérios podem ser estruturados numa hierarquia em forma de árvore onde o critério mais alto é decomposto em níveis mais detalhados de subcritérios.

d) Atribuição de uma função de valor a cada critério: Procura-se quantificar o valor de cada alternativa relativamente a cada critério, ou seja, encontrar uma função de valor que correlaciona os vários valores dos critérios com uma pontuação, de modo a que o desempenho de cada alternativa conforme cada critério possa ser mensurável numa escala numérica.

e) Atribuição de uma importância relativa a cada atributo, expressa sobre a forma de pesos: Consiste em atribuir pesos aos critérios, com o fim de mostrar a importância que cada um tem para o decisor. Estes pesos determinam a importância de cada critério.

f) Determinação do valor de cada alternativa: Nesta fase aplica-se uma função avaliadora a todas as alternativas, que por sua vez é a função dos pesos dos critérios assim como das respetivas funções de valor, e determina-se o valor que cada alternativa obteve. Esta função avaliadora trata-se de uma função de valor linear aditiva, que avalia o desempenho de cada alternativa $v(a_i)$, da seguinte forma:

$$v(a_i) = \sum_{j=1}^n P_j [C_j(a_i)]$$

Em que $C_j(a_i)$ representa o desempenho da alternativa a_i conforme o j -ésimo critério, e P_j (com $P_j > 0$) representa o peso do j -ésimo critério. Como é óbvio, os pesos são percentagens e como tal, o somatório de todos eles tem que ser sempre igual à unidade.

g) Escolha da alternativa com o melhor resultado: Finalmente escolhe-se (e implementa-se) a alternativa que obteve o melhor resultado, ou seja, o máximo valor de v (ou ordenam-se as alternativas em análise). Este método pode servir para classificar e ordenar numa escala as diversas alternativas (a_i) .

A condição essencial para que este seja um método válido é que tanto os objetivos como os critérios sejam independentes uns dos outros o máximo

possível, assim como devem incluir o máximo de problemas importantes envolvidos.

Após a identificação de alternativas, objetivos e definição de critérios relevantes para o problema, é atribuída uma função de valor a estes últimos, que exprime as preferências do decisor relativamente aos valores de cada critério e, de modo que possam ser mensuráveis numa escala. É também necessário atribuir pesos aos critérios, a fim de mostrar a importância que cada critério tem para o decisor (este é o ponto em que intervém alguma subjetividade no método).

Por fim, atribui-se uma função de valor linear aditiva, que avalia o desempenho de cada alternativa conforme os múltiplos critérios, sendo escolhida a alternativa que apresentou o melhor resultado, ou seja, o máximo valor.

Nos problemas do MMC é praticamente impossível existir uma alternativa para a qual todos os objetivos atinjam, ao mesmo tempo, o seu valor óptimo (caso contrário, não fazia sentido aplicar o MMC). Por outro lado, em razão do maior ou menor conflito entre os objetivos, é comum que uma solução seja melhor que outras em alguns dos objetivos, ao mesmo tempo que, para os demais objetivos, essa mesma solução seja superada por outras.

5.3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

5.3.1. SELEÇÃO DA AMOSTRA

A lista de instalações desportivas escolares estudadas no âmbito deste trabalho foi agrupada de acordo com a tipologia dos pavilhões gimnodesportivos e das salas de desporto. Os pavilhões foram classificados em tipologias diferentes, ou seja, os pavilhões que o Ministério da Educação construiu e os pavilhões municipais que são utilizados pelas escolas.

É propósito deste trabalho retratar uma tendência atual e extremamente pertinente que se prende com a necessidade de impor parâmetros de qualidade nos Parques Desportivos Escolares (PDE), ambicionando com isto melhorar a qualidade de construção e o conforto ambiental de novos PDE. Este estudo irá refletir a realidade inerente a estas instalações em todo o País (a partir de uma análise restrita geográfica ao distrito de Aveiro). Esta análise

poderá contribuir para a avaliação da qualidade deste tipo de instalações a várias dimensões, na medida em que se poderá deparar com limitações e dificuldades apresentadas pelas instituições analisadas.

O estudo sobre os PDE justifica-se pelo papel que podem desempenhar no meio em que se encontram inseridos. Quando bem projetados e construídos assumem uma função fundamental na promoção desportiva e no bem-estar das pessoas da sua zona de ação.

Posto isto, este estudo poderá ser utilizado para qualquer PDE em Portugal.

5.3.2. MULTICRITÉRIO COMO MÉTODO DE ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL EM PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES

5.3.2.1. FORMULAÇÃO

Explicada a teoria do método multicritério, torna-se fácil entender o modo como este algoritmo poderá ser testado como um meio avaliador do conforto global num conjunto finito de instalações desportivas escolares.

De facto, a formulação do algoritmo passará por:

- definir os critérios de decisão (parâmetros mais relevantes: acústicos, higrotérmicos, de iluminação, etc.);
- definir a função de valor e importância de cada critério (acústico, higrotérmico, de iluminação, etc.);
- formalizar o algoritmo multicritério propriamente dito;
- aplicá-lo à amostra em teste;
- e finalmente tirar conclusões acerca do desempenho de cada alternativa (cada instalação desportiva) ao nível do conforto global.

Em primeiro lugar, são analisados um conjunto de valores de parâmetros acústicos, higrotérmicos e de iluminação relativos à amostra (níveis sonoros com e sem ocupação, *TR* (Tempo de Reverberação), *RASTI* (*Rapid Speech Transmission Index*) e os índices de isolamento sonoro a ruídos de condução aérea $D_{nT,w}$ (de elementos interiores) (da parede que separa a instalação do átrio de entrada, e da parede que separa a mesma instalação e outras salas

contíguas) e $D_{2m,nT,w}$ (da envolvente exterior). Serão ainda incluídos os conjuntos de valores dos parâmetros higrotérmicos (ventilação, temperatura e humidade relativa), de iluminação (iluminação natural e artificial), pisos e acessibilidades.

Estes parâmetros representam os “critérios” do problema. Irá ser feita uma normalização dos valores reais destes parâmetros para uma escala de 0-20 valores (20 para os valores ideais considerados para uma instalação e 0 para valores extremos inaceitáveis), isto com o objetivo de medir o desempenho de cada instalação segundo cada critério, usando a mesma escala para os diferentes critérios. O objetivo é pois, a maximização do conforto global dos Parques Desportivos Escolares.

Os parâmetros utilizados tiveram como critério de seleção as escolhas feitas em estudos já previamente realizados, neste próprio estudo e no inquérito realizado para este trabalho.

Será de seguida realizada uma caracterização de cada parâmetro a utilizar no MMC.

5.3.2.2. Acústica

As características acústicas desejáveis numa instalação desportiva são as seguintes:

- Reduzir qualquer ruído, seja interno ou externo, até níveis que não interfiram na atividade física e/ou na compreensão da palavra.
- A forma e geometria das instalações desportivas deverão ter características tais que:
 - a) Proporcionem uma difusão sonora adequada na instalação desportiva;
 - b) Forcem o som a chegar aos professores, alunos e utentes, especialmente os mais afastados;
 - c) Contribuam para uma boa relação entre som direto/som refletido para todos os utilizadores;
- A curva do tempo de reverberação em função da frequência deverá aproximar-se das características ideais.

- Deverá proporcionar-se o reforço necessário da palavra, de tal forma que o nível de intensidade sonora em todas as partes da instalação seja o adequado. Assim, relativamente aos parâmetros acústicos, são incluídos no MMC os seguintes:

- Nível de ruído emitido dentro de cada pavilhão e sala de desporto, durante as aulas, através da avaliação dos níveis sonoros contínuos equivalente (L_{Aeq});

- Nível de ruído emitido dentro de cada pavilhão e sala de desporto, sem ocupação (ruído de fundo ou residual), através da avaliação dos níveis sonoros contínuos equivalente ($L_{Aeq_{rf}}$);

- Tempo de reverberação: dá uma ideia do tempo que o som permanece nesse espaço após a fonte sonora ter cessado de emitir;

- *RASTI (Rapid Speech Transmission Index)* é correlacionável com a maior ou menor facilidade em entender corretamente a palavra (inteligibilidade da palavra). A inteligibilidade da palavra objetiva é medida através do parâmetro *RASTI* que varia entre 0 (inteligibilidade nula) e 1 (ótima inteligibilidade).

- Isolamento sonoro entre locais: ruídos intrusos que possam existir.

O nível de ruído com aulas foi avaliado em horário com maior ocupação em diversas posições, através de um sonómetro. O ruído de fundo ou residual foi avaliado sem ocupação. O tempo de reverberação e a inteligibilidade da palavra foram avaliados sem ocupação do espaço, em diversas posições, o tempo de reverberação através de um sonómetro e a inteligibilidade da palavra com o *RASTI*. O isolamento sonoro entre locais não foi medido.

5.3.2.3. HIGROTÉRMICA

Relativamente à temperatura e humidade relativa, numa primeira fase, estas foram avaliadas no exterior. No interior, estes parâmetros foram obtidos em dois momentos de avaliação, com os espaços vazios e depois com os espaços ocupados.

Estes parâmetros foram avaliados em horário com maior ocupação, em posições distintas, através de um aparelho multifunção apetrechado com uma sonda térmica.

5.3.2.4. VENTILAÇÃO

É importante saber os problemas que possam existir com a qualidade do ar interior e os seus efeitos na saúde dos utentes, principalmente no que diz respeito ao ar que se respira durante o exercício físico, em instituições que se destinam a promover bem-estar físico, conforto e qualidade de vida.

É necessário contar com uma suficiente introdução de ar novo para o interior e um sistema de ventilação que o distribua por toda a instalação desportiva, um controlo rigoroso dos níveis de poluentes interiores e bons níveis de temperatura e humidade relativa.

Para isso recorreu-se a um aparelho multifunção com anemómetro e realizou-se um momento de avaliação em posições diferentes.

5.3.2.5. INSOLAÇÃO E ILUMINAÇÃO

Os PDE devem dispor de boas condições de iluminação natural e artificial de modo a evitar a fadiga visual dos seus utilizadores, originada quer pela inadequação do nível de iluminação, quer por ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e por contrastes de luminosidade que gerem encadeamento, quer ainda pela instabilidade e má qualidade de luz. Para se poder definir corretamente o tipo de iluminação adequada a cada instalação desportiva é necessário tipificar segundo a orientação e distribuição interior da instalação.

Relativamente à iluminação os valores obtidos foram avaliados através de um luxímetro, em posições diferentes.

5.3.2.6. Pisos

O tipo de pavimento é outro dos aspetos importantes em qualquer instalação desportiva, devendo satisfazer exigências desportivas, de ordem médica, psicológica e económica. Este deve cumprir o máximo de exigências indispensáveis para conseguir um pavimento apropriado para a atividade desportiva do ponto de vista funcional.

Na perspetiva do dono-de-obra este deve ser um pavimento estético, estável e duradouro, que resista às cargas estáticas e dinâmicas. O responsável pela construção espera que o pavimento esteja apto para o desporto, mas que seja económico, sem necessidade de reparações e com poucos gastos de manutenção e de limpeza.

Mas neste tipo de instalações o pavimento deve atender a possibilidades de utilização desportiva e exigir entre outras coisas: elasticidade e segurança do piso, segurança no deslize, boas propriedades de recuperação elástica, pouca propagação de ruído, pouca reflexão da luz, segurança contra acidentes e que quando se salte ou corra, o piso absorva parte da energia dos membros sobrecarregados e diminua o risco de lesões.

No que diz respeito à análise concreta e objetiva do piso esta não foi realizada. Foi feita só a observação direta do tipo de piso, registada em ficha de observação.

5.3.2.7. ACESSIBILIDADES

O objetivo da análise deste parâmetro é verificar se é facilitado às pessoas com deficiência o acesso à utilização do meio edificado, incluindo espaços exteriores promovendo a eliminação de barreiras arquitetónicas em instalações desportivas e proporcionar ainda instalações sanitárias adequadas a pessoas com deficiência.

Esta análise não foi extensivamente realizada. A informação foi obtida através de inquéritos realizados a professores de Educação Física onde se verificou se a instalação desportiva está preparada para pessoas com mobilidade condicionada ou com dificuldades sensoriais e se tem barreiras arquitetónicas e instalações sanitárias.

5.3.3. CONSIDERAÇÕES NA APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO

5.3.3.1. PREÂMBULO

As funções de valor para cada critério foram atribuídas fazendo corresponder a cada valor ou intervalo de valores uma determinada pontuação (cotações normalizadas, representadas por $_N$), numa escala de 0-20 valores para que ao valor ótimo destes parâmetros corresponda a nota de 20 valores, assim como para valores menos bons correspondem notas inferiores. No trabalho anterior realizado, “Parâmetros de qualidade e conforto ambiental em Centros de Condição Física” (Barreira, 2003), os valores reais obtidos nas avaliações efetuadas para cada parâmetro, nos cinquenta parques desportivos escolares; neste estudo; a legislação inerente a cada parâmetro e o estudo social aplicado serviram como referência na atribuição das funções de valor a cada critério.

Nos quadros seguintes são apresentadas as funções de valor e as cotações normalizadas (para um mesmo referencial padrão de 0 a 20) que vão permitir classificar cada parâmetro na instalação desportiva, essas cotações serão representadas por $_N$.

5.3.3.2. ACÚSTICA (PESO = 20%)

Considera-se a Acústica uma das áreas importantes a considerar como fator de incomodidade na qualidade e conforto ambiental nos PDE. Sendo assim, o objetivo geral do estudo da acústica nestas instalações desportivas será o de reduzir e limitar os ruídos que possam de alguma forma perturbar a prática desportiva. Neste trabalho este critério terá um peso de 20%. Este peso foi atribuído com base na análise do estudo social aplicado aos professores de Educação Física, pois 44% considerou este parâmetro como o mais importante para se atingir um conforto global numa instalação desportiva.

Este parâmetro é subdividido em seis subcritérios, a saber:

- nível sonoro equivalente L_{Aeq} em contexto de aula;
- ruído de fundo (L_{Aeq_rf});
- tempo de reverberação (TR);

- RASTI (*Rapid Speech Transmission Index*);
- e os índices de isolamento sonoro a ruídos de condução aérea entre locais ($D_{nT,w}(interior)$) e isolamento sonoros entre locais e o exterior ($D_{2m,nT,w}$).

As funções de valor para cada critério foram atribuídas fazendo corresponder a cada valor (ou intervalo de valores) uma determinada pontuação, numa escala de 0-20 valores tal que, ao valor ótimo destes parâmetros corresponde a nota de 20 valores e a valores menos bons correspondem notas inferiores. Serviram como referências na atribuição das funções de valor a cada critério, as condições acústicas ideais de uma instalação desportiva destinada à atividade física e à palavra, assim como certas condições inaceitáveis para estas mesmas instalações, recomendações existentes em trabalho anterior (Barreira, 2003) e nos mínimos regulamentares.

Assim, para cada parâmetro acústico segue-se a explicação detalhada relativa à escolha das pontuações normalizadas.

5.3.3.2.1. NÍVEL SONORO EQUIVALENTE L_{Aeq} EM CONTEXTO DE AULA (SUB-PESO = 40%)

No que diz respeito ao nível sonoro equivalente L_{Aeq} em contexto de aula, ou seja, o ruído que advém da realização das aulas, os valores apresentados no Quadro 5.1 e o sub-peso atribuído ao nível sonoro equivalente (40%), foram selecionados tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo, em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada e principalmente no Decreto-Lei 182/06 (referente à proteção dos trabalhadores face ao ruído) e nas recomendações do Regime Geral do Ruído (RGR).

Relativamente ao critério nível sonoro equivalente L_{Aeq} em contexto de aula (que será representado por A_{cL}), atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.1, sendo o valor menor ou igual a 74 dB aquele que tem a melhor cotação (20 valores). Esta consideração está de acordo com o estipulado no Decreto-Lei 182/06, quando refere que um trabalhador não deve estar exposto a mais de 80 dB(A) em 8 horas diárias de trabalho (nível de ação inferior).

Quanto mais alto o seu valor na escala mais elevado é o ruído nas instalações desportivas.

Quadro 5.1 - Correspondência função de valor para o critério Nível Sonoro Equivalente (L_{Aeq}) e suas correspondentes cotações normalizadas ACL (N).

L_{Aeq} (dB)	L_{Aeq_N} (AcL)
≤ 74	20
[75 – 77[	19
[78 – 80[	18
[81 – 83[	17
[84 – 86[	16
[86 – 88[	14
[88 – 90[	12
[90 – 92[	9
[92 – 94[	8
[94 – 96[	6
[96 – 98[	4
[98 – 100[	2
≥ 100	0

5.3.3.2.2. NÍVEL SONORO EQUIVALENTE L_{Aeq} SEM OCUPAÇÃO (RUÍDO DE FUNDO) (SUB-PESO = 10%)

Relativamente ao ruído de fundo considera-se toda aquela perturbação sonora que se percebe na instalação desportiva mesmo estando esta sem nenhuma atividade. Este ruído pode advir de instalações elétricas e/ou hidráulicas ou do exterior do recinto (por exemplo, o ruído do tráfego, ruído proveniente dos alunos em recreio, pássaros, etc.).

Esta elaboração de funções de valor e o sub-peso atribuído (10%) ao nível sonoro equivalente L_{Aeq} sem ocupação (rf) (que será representado por AcL_{rf}), é baseada nos valores obtidos nas avaliações realizadas neste estudo e recomendações referidas na bibliografia consultada. Por exemplo, Antoni Isbert (1998) refere no seu livro de desenho acústico de espaços arquitetónicos, um intervalo estipulado de 40-50 dB para as curvas de incomodidade para polidesportivos. Sendo assim, relativamente ao critério nível sonoro equivalente L_{Aeq} sem ocupação (rf), atribuiu-se a melhor cotação (20 valores) ao valor menor ou igual a 40 dB como se verifica no Quadro 5.2.

Quanto mais alto o seu valor na escala, mais elevado é o ruído nas instalações desportivas.

Quadro 5.2 – Correspondência entre função de valor para o critério Nível Sonoro Equivalente L_{Aeq} - ruído de fundo e suas correspondentes cotações normalizadas ($AcLrf$) ($_N$).

L_{Aeq_rf} (dB)	$L_{Aeq\_rf\_N}$ (AcLrf)
≤ 40	20
[40 – 42[	18
[42 – 44[	16
[44 – 46[	14
[46 – 48[	12
[48 – 50[	10
[50 – 55[	8
[55 – 60[	6
[60 – 65[	4
[65 – 70[	2
≥ 70	0

5.3.3.2.3. TEMPO DE REVERBERAÇÃO (MÉDIA ARITMÉTICA DOS VALORES OBTIDOS NOS 500, 1K E 2K Hz) (s)

No que concerne ao tempo de reverberação (o tempo que o ruído demora a decair no espaço desportivo. Segundo a bibliografia consultada, um dos requisitos básicos para conseguir um bom conforto acústico e uma correta inteligibilidade da palavra é conseguir que o tempo de reverberação seja baixo e adequado. Como estas instalações são providas de grandes volumes e carecem de materiais absorventes, o tempo de reverberação é habitualmente elevado. É devido a este parâmetro se considerar de grande importância que se atribui um peso de 30%.

Os valores apresentados no Quadro 5.3 foram selecionados tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Pinto, 2002), no estudo presente, em recomendações da bibliografia consultada e no Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE, 2008) onde este regulamento refere que $TR \leq 0,15 V^{1/3}$ (com Incerteza de +25%).

Assim e relativamente ao critério TR atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.3, sendo o intervalo de [1,0 - 1,5] (s) aquele que tem a melhor

cotação (20 valores). Esta consideração está ainda de acordo com o que o autor Isbert (1998) recomenda, um intervalo de $1 \leq TR \leq 3$ s para recintos de uso desportivo com volumes entre 1.000 e 100.000 m³.

Quanto mais alto o seu valor na escala, mais tempo demora o ruído a decair nas instalações desportivas.

Quadro 5.3 – Correspondência entre função de valor para o critério Tempo de Reverberação (TR) e suas correspondentes cotações normalizadas (AcTR) (N).

TR (s) (média 500, 1k e 2k Hz)	TR_N (AcTR)
[0 -0,5[	16
[0,5-1,0[	18
[1,0-1,5[	20
[1,5-2,0[	18
[2,0-3,0[	14
[3,0-4,0[	8
[4,0-5,0[	5
$\geq 5,0$	0

5.3.3.2.4.RASTI (RAPID SPEECH TRANSMISSION INDEX) (SUB-PESO = 10%)

Relativamente aos valores de RASTI estes são correlacionáveis com a inteligibilidade da palavra. O grau de inteligibilidade da palavra que se obtém num ponto qualquer da instalação desportiva depende do cumprimento dos requisitos acústicos dos parâmetros citados anteriormente.

Portanto, neste tipo de instalações desportivas, a inteligibilidade da palavra em todos os pontos do recinto deverá ser como mínimo aceitável para o parâmetro de $RASTI \geq 0,45$, atribuindo-se a cotação de 20 valores ao intervalo [0,90; 1,00] com um sub-peso de 10%.

No Quadro 5.4 estão ainda representados os valores do RASTI visando os valores obtidos pelas avaliações efetuadas no estudo presente nos PDE, na tabela de conversão do RASTI e nas recomendações de Isbert (1998) de um $RASTI \geq 0,50$. Quanto mais baixo o seu valor de RASTI na escala, pior é a inteligibilidade da palavra nas instalações desportivas.

Quadro 5.4 – Correspondência entre função de valor para o parâmetro RASTI (Inteligibilidade da palavra) e suas correspondentes cotações normalizadas (AcRASTI) ($_N$).

RASTI	RASTI _N (AcRASTI)
[0,00 – 0,10[	0
[0,10 – 0,20[	1
[0,20 – 0,30[	5
[0,30 – 0,45[	8
[0,45 – 0,50[	10
[0,50 – 0,60[	14
[0,60 – 0,70[	17
[0,70 – 0,80[	18
[0,80 – 0,90[	19
[0,90 – 1,00[	20

5.3.3.2.5. ISOLAMENTO SONORO ENTRE LOCAIS INTERIORES ($D_{nT,w}$) (SUB-PESO = 5%)

No caso do parâmetro $D_{nT,w}$ este representa o isolamento sonoro a ruídos aéreos padronizado entre compartimentos interiores. Quanto mais baixo o seu valor na escala, pior é o seu grau de isolamento sonoro entre espaços contíguos.

Este parâmetro $D_{nT,w}$ vai ser representado por $AcISint$ e tem um sub-peso de 5%. A atribuição das pontuações foi condicionada, essencialmente, pelos limites regulamentares em vigor no RRAE (2008) referentes aos “ginásios”, que é de valores iguais ou superiores a 50 dB ao qual foi atribuída a pontuação máxima de 20 valores, como se pode verificar no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Correspondência entre função de valor para o critério Isolamento Sonoro entre locais interiores (AcISint) e suas correspondentes cotações normalizadas (N).

AcISint (dB)	AcISint _N
≥ 50	20
[48 – 50[	19
[46 – 48[	18
[44 – 46[	16
[42 – 44[	14
[40 – 42[	12
[38 – 40[	10
[36 – 38[	8
[34 – 36[	6
[32 – 34[	4
[30 – 33[	2
<30	0

5.3.3.2.6. ISOLAMENTO SONORO ENTRE LOCAIS E O EXTERIOR ($D_{2m,NT,w}$) (SUB-PESO = 5%)

O $D_{2m,NT,w}$ representa o isolamento sonoro a ruídos aéreos, padronizado para separações com o exterior (por exemplo, fachadas ou empenas). No caso do parâmetro $D_{2m,NT,w}$ que vai ser representado por AcISext com um sub-peso de 5%. Quanto mais alto o seu valor na escala, melhor é o seu grau de isolamento sonoro entre espaços contíguos. Os valores apresentados no Quadro 5.6 foram selecionados, tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Barreira, 2003).

No caso do parâmetro AcISext a atribuição da pontuação dos valores foi atribuída tendo também como base o disposto no *RRAE* (2008). Assim, para edifícios escolares, o *RRAE* estipula que em zonas sensíveis o valor de $D_{2m,NT,w}$ deve ser maior ou igual a 28 dB e, em zonas mistas este valor deve ser maior ou igual a 33dB. Posto isto, atribui-se aos valores de 28 e 33 dB a cotação de 10 e 14 valores, respetivamente, e ao valor maior ou igual a 40 dB a cotação máxima de 20 valores.

Quadro 5.6 – Correspondência entre a função de valor para o critério Isolamento Sonoro entre locais exteriores (AcISext) e suas correspondentes cotações normalizadas ($\_N$).

AcISext (dB)	AcISext $\_N$
≥ 40	20
[38 – 40[	19
[36 – 38[	18
[34 – 36[	16
[32 – 34[	14
[30 – 32[	12
[28 – 30[	10
[26 – 28[	8
[24 – 26[	6
[22 – 24[	4
[20 – 22[	2
< 20	0

5.3.3.2.7. EXPRESSÃO GLOBAL PARA O CRITÉRIO ACÚSTICA

Quando se faz a avaliação de cada *critério* (parâmetro) obtém-se um valor de desempenho, que depois é convertido num valor normalizado ($\_N$) através das tabelas referentes a esse mesmo *critério* (parâmetro). Esse valor é depois multiplicado pelo *peso* (P) atribuído ao respetivo critério.

Os *pesos* (P) foram atribuídos com base em pressupostos subjetivos, devido ao facto de não existirem estudos conhecidos que demonstrem a maior ou menor importância que os utentes atribuem a cada parâmetro, a não ser o questionário aplicado neste estudo. Os dados concretos foram adquiridos através do estudo social realizado (no âmbito deste trabalho) aos professores de Educação Física, que indica que 44% atribui maior importância ao parâmetro Acústica para se conseguir conforto nas instalações desportivas. Usando algum bom senso e sabendo que para se adquirir um bom conforto acústico é necessário ter níveis de ruído e de tempo de reverberação baixos, considerou-se assim, que se deveria dar uma importância relativamente maior a estes dois critérios (L_{Aeq} e TR). Os *pesos* (P) foram então distribuídos do seguinte modo: 40% para o ruído nas aulas (L_{Aeq}), 30% para o tempo de reverberação e 10% para o ruído de fundo (L_{Aeq} r_f), para a inteligibilidade da

palavra e para o isolamento sonoro, como se pode observar nas expressões seguintes:

$$Ac = \sum_{i=1}^6 P_i \times Ac_i$$

$$Ac = 0,4 \times AcL + 0,1 \times AcLrf + 0,3 \times AcTR + 0,1 \times AcRASTI + 0,05 \times AcISint + 0,05 \times AcISext$$

Através desta expressão consegue-se obter o valor normalizado para o conforto acústico global (Ac). Esta função é dependente dos critérios de decisão, que estão representados pelos valores normalizados ($\_N$) dos parâmetros acústicos também atrás referidos. Naturalmente que uns critérios pesam mais na análise acústica global do que outros e, sendo assim, o desempenho de parâmetro convertido por um valor normalizado referido nas tabelas é multiplicado por um determinado peso (P).

Uma condição fundamental e natural é a de que a soma de todos os pesos seja igual à unidade, obtendo-se a expressão final que vai caracterizar o conforto acústico global (Ac).

5.3.3.3. VENTILAÇÃO (PESO = 10%)

Neste aspeto, o objetivo é conseguir suficiente introdução de ar novo para o interior e um sistema de ventilação que o distribua por toda a instalação desportiva. Este parâmetro terá um peso de 10%.

Neste estudo em concreto, não foram obtidas as renovações de ar mas sim a velocidade do ar (em metro por segundo). Os valores, 1,5 a 2,0 renovações de ar por hora, no Inverno e 2,5 a 3,0 renovações de ar por hora no Verão, são considerados aceitáveis para este tipo de instalações desportivas e foram baseados na bibliografia consultada (CIB, 2004).

Os valores apresentados nos Quadro 5.7 e Quadro 5.8 e os sub-pesos atribuídos foram seleccionados tendo como base os valores adquiridos em

estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo e em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada.

Este critério é subdividido em dois subcritérios a saber: ventilação no inverno (NRI) com um sub-peso de 50% e ventilação no Verão (NRV) com um sub-peso de 50%.

Relativamente ao critério Ventilação no Inverno (NRI) atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.7, sendo o intervalo 1,5 a 2,0 renovações de ar por hora, aquele que tem a melhor cotação (20 valores).

Relativamente ao critério Ventilação no Verão (NRV) atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.8, sendo o intervalo 2,5 a 3,0 renovações de ar por hora, aquele que tem a melhor cotação (20 valores).

Quadro 5.7 – Correspondência entre função de valor para o critério Ventilação (Numero de Renovações por hora) e suas correspondentes cotações normalizadas ($\bar{N}$), no Inverno.

N.º renovações por h	NRInv_N (NRI)
< 1,0	14
[1,0 – 1,5[	18
[1,5 – 2,0[	20
[2,0 – 2,5[	16
[2,5 – 3,0[	12
[3,0 – 3,5[	10
[3,5 – 4,0[	8
[4,0 – 4,5[	6
[4,5 – 5,0[	4
≥ 5	0

Quadro 5.8 – Correspondência entre função de valor para o critério Ventilação (Número de renovações por hora) e suas correspondentes cotações normalizadas ($\_N$), no Verão.

N.º renovações por h	NRVerão $\_N$ (NRV)
< 1,0	0
[1,0 – 1,5[	4
[1,5 – 2,0[	6
[2,0 – 2,5[	16
[2,5 – 3,0[	20
[3,0 – 3,5[	18
[3,5 – 4,0[	14
[4,0 – 4,5[	12
[4,5 – 5,0[	10
≥ 5	8

5.3.3.3.1. EXPRESSÃO GLOBAL PARA O CRITÉRIO VENTILAÇÃO

Quando se faz a avaliação de cada *critério* (parâmetro) obtém-se um valor de desempenho, que depois é convertido num valor normalizado ($\_N$) através das tabelas referentes a esse mesmo *critério* (parâmetro). Esse valor é depois multiplicado pelo *peso* atribuído ao respetivo critério.

Os *pesos* foram distribuídos com base em pressupostos subjetivos, usando as informações obtidas do questionário pois não existem outros estudos que demonstrem a maior ou menor importância que os utentes atribuem a cada parâmetro. Os *pesos* foram então distribuídos do seguinte modo: 50% para a ventilação no inverno e 50% para a ventilação no verão, como se pode observar na expressão seguinte:

$$\text{Vent\_N} = 0,5 \text{ NRInv\_N} + 0,5 \text{ NRV\_N},$$

por simplificação retirando todos os $\_N$, fica:

$$\text{Vent} = 0,5 \text{ NRI} + 0,5 \text{ NRV}$$

Através desta expressão consegue-se obter o valor normalizado para a Ventilação na instalação desportiva.

Uma condição fundamental e natural é a de que a soma de todos os pesos seja igual à unidade, obtendo-se a expressão final que vai caracterizar o conforto térmico global.

5.3.3.4. TEMPERATURA INTERIOR (PESO=15%)

É difícil definir exigências de conforto térmico, pois (e tome-se de exemplo, no Inverno, um utente) antes do início da aula, necessita de temperaturas mais elevadas do que após o seu começo, sendo de salientar o risco de lesões que temperaturas demasiado baixas podem implicar no início do desenvolvimento de um esforço.

Os valores apresentados nos Quadro 5.9 e Quadro 5.10 e os sub-pesos atribuídos foram selecionados tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo, em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada, no Decreto-Lei n.º 80/2006 - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Este peso (P) foi atribuído com base no estudo social aplicado aos professores de Educação Física, pois, 17% considerou a Térmica como o parâmetro mais importante para se atingir um conforto global numa instalação desportiva, tendo sido atribuído assim um peso de 15% à temperatura.

Este critério é subdividido em dois subcritérios a saber: temperatura interior no Inverno com um peso de 50% e temperatura interior no Verão com um peso de 50%.

Relativamente ao critério temperatura interior no Inverno (Tli) atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.9, sendo o intervalo de 18 a 20 °C aquele que tem a melhor cotação (20 valores).

Relativamente ao critério temperatura interior no Verão (Tlv) atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.10, sendo o intervalo de 20 a 24 °C aquele que tem a melhor cotação (20 valores).

Quadro 5.9 – Correspondência entre função de valor para o critério Temperatura Interior no Inverno (Tli) e suas correspondentes cotações normalizadas (N).

Temperatura interior INV (°C)	Temperatura interior INV_N (Tli)
<10	0
[10 - 12[	2
[12 - 14[	5
[14 - 15[	8
[15 - 16[	10
[16 - 17[	14
[17 - 18[	17
[18 - 20[	20
[20 - 22[	17
[22 - 24[	14
[24 - 26[	10
[26 - 28[	8
[28 - 30[	5
[30 - 32[	2
≥ 32	0

Quadro 5.10 – Correspondência entre função de valor para o critério Temperatura Interior no Verão (Tlv), e suas correspondentes cotações normalizadas (N).

Temperatura interior VER (°C)	Temperatura interior VER_N (Tlv)
<8	0
[8 - 10[	2
[10 - 12[	4
[12 - 14[	6
[14 - 16[	8
[16 - 18[	10
[18 - 20[	18
[20 - 24[	20
[24 - 26[	17
[26 - 28[	14
[28 - 30[	10
[30 - 32[	8
[32 - 34[	4
[34 - 36[	2
≥36	0

5.3.3.4.1. EXPRESSÃO GLOBAL PARA O CRITÉRIO TEMPERATURA INTERIOR

Quando se faz a avaliação de cada *critério* (parâmetro) obtém-se um valor de desempenho, que depois é convertido num valor normalizado ($\_N$) através das tabelas referentes a esse mesmo *critério* (parâmetro). Esse valor é depois multiplicado pelo *peso* (P) atribuído ao respetivo critério.

Os *pesos* foram distribuídos com base em pressupostos subjetivos, devido ao facto de não se conhecerem estudos que demonstrem a maior ou menor importância que os utentes atribuem a cada parâmetro. O único dado concreto foi adquirido através do estudo social realizado aos professores de Educação Física, que indica que 17% atribui maior importância ao parâmetro Térmica para se conseguir conforto nas instalações desportivas. Os sub-pesos foram então distribuídos do seguinte modo: 50% para a temperatura interior no Inverno (Tli) e 50% para a temperatura interior no Verão (Tlv), como se pode observar na expressão seguinte:

$$\text{Temperatura Interior\_N} = 0,5 * Tli\_N + 0,5 * Tlv\_N$$

ou simplificando retirando todos os $\_N$, fica:

$$TI = 0,5 Tli + 0,5 Tlv$$

Através desta expressão consegue-se obter o valor normalizado para a temperatura interior (TI) na instalação desportiva.

Uma condição fundamental e natural é a de que a soma de todos os sub-pesos seja igual à unidade, obtendo-se a expressão final que vai caracterizar o conforto térmico global.

5.3.3.5. HUMIDADE RELATIVA (PESO=15%)

Nas instalações desportivas, a Humidade no ar constitui uma preocupação importante porque a evaporação é o principal método de perda de calor humano, na realização de atividade física. Como já foi referido anteriormente, se o grau de humidade for muito elevado não é possível a eficaz produção de evaporação e pode existir propagação de poluentes biológicos não saudáveis. Se o grau de humidade é muito baixo, pode causar incómodos ao nível da

saúde tais como: irritação das membranas mucosas, secura visual e desconforto nasal.

Os valores apresentados nos Quadro 5.11 e Quadro 5.12 e o peso atribuído de 15% à humidade relativa, foram selecionados tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo, em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada e no Decreto-Lei n.º 80/2006 - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Este critério é subdividido em dois subcritérios a saber: humidade relativa interior no Inverno (HRI) com um sub-peso de 50% e humidade relativa interior no Verão (HRv) com um sub-peso de 50%.

Relativamente ao critério humidade relativa interior tanto no Inverno como no Verão atribuíram-se as pontuações patentes nos Quadro 5.11 e Quadro 5.12, sendo o intervalo de 50 a 60 % aquele que tem a melhor cotação (20 valores).

Quadro 5.11 – Correspondência entre função de valor para o critério Humidade Relativa no Inverno (HRI) e suas correspondentes cotações normalizadas (N).

Hr INV (%)	Hr INV_N (HRI)
[0 – 10[	0
[10 – 20[	5
[20 – 30[	8
[30 – 40[	10
[40 – 50[	17
[50 – 60[	20
[60 – 70[	17
[70 – 80[	10
[80 – 90[	5
[90 – 100]	0

Quadro 5.12 – Correspondência entre função de valor para o critério Humidade Relativa no Verão (HRv) e suas correspondentes cotações normalizadas ($\_N$).

Hr VER (%)	Hr VER_N (HRv)
[0 – 10[	0
[10 – 20[	5
[20 – 30[	8
[30 – 40[	10
[40 – 50[	17
[50 – 60[	20
[60 – 70[	17
[70 – 80[	10
[80 – 90[	5
[90 – 100]	0

5.3.3.5.1. EXPRESSÃO GLOBAL PARA O CRITÉRIO HUMIDADE RELATIVA INTERIOR

Quando se faz a avaliação de cada *critério* (parâmetro) obtém-se um valor de desempenho, que depois é convertido num valor normalizado ($\_N$) através das tabelas referentes a esse mesmo *critério* (parâmetro). Esse valor é depois multiplicado pelo *peso* (P) atribuído ao respetivo critério.

Mais uma vez, os *pesos* (P) foram distribuídos com base em pressupostos subjetivos, devido ao facto de não se conhecerem estudos que demonstrem a maior ou menor importância que os utentes atribuem a cada parâmetro. Os *pesos* foram então distribuídos do seguinte modo: 50% para a humidade relativa interior no Inverno (HRI) e 50% para a humidade relativa interior no Verão (HRv), como se pode observar na expressão seguinte:

$$\text{Humidade Relativa\_N} = 0,5 * \text{HRI\_N} + 0,5 * \text{HRv\_N}$$

ou simplificando retirando os $\_N$, fica:

$$\text{HR} = 0,5 \text{ HRI} + 0,5 \text{ HRv}$$

Através desta expressão consegue-se obter o valor normalizado para humidade relativa (HR) interior na instalação desportiva.

Uma condição fundamental e natural é a de que a soma de todos os pesos seja igual à unidade, obtendo-se a expressão final que vai caracterizar o conforto térmico global.

5.3.3.6. LUMINOSIDADE (PESO=20%)

5.3.3.6.1. PREÂMBULO

Os PDE devem dispor de boas condições de iluminação natural e artificial de modo a evitar a fadiga visual dos seus utilizadores originada quer pela inadequação do nível de iluminação, quer por ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e por contrastes de luminosidade que gerem encadeamento, quer ainda pela instabilidade e má qualidade de luz.

Os valores apresentados nos Quadro 5.13 e Quadro 5.14 e os sub-pesos atribuídos foram selecionados tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo, em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada.

Este critério é subdividido em dois subcritérios a saber: Iluminação Artificial (IA) com um peso de 10% e Iluminação Natural (IN) com um peso de 10%.

5.3.3.6.2. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (PESO=10%)

Os valores apresentados no Quadro 5.13 foram selecionados tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo e em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada.

A Iluminação artificial (IA) (valor médio obtido nas instalações e medido em lux) terá um peso de 10%. Atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.13, sendo o intervalo de 400 a 500 lux aquele que tem a melhor cotação (20 valores).

Quadro 5.13 – Correspondência entre função de valor para o critério Iluminação Artificial (lux) e suas correspondentes cotações normalizadas (_ N).

Iluminação Artificial (lux)	Iluminação Artificial_N (IA_N)
< 100	0
[100 – 200[	6
[200 – 300[	10
[300 – 400[	16
[400 – 500[	20
[500 – 600[	18
[600 – 700[	16
[700 – 800[	10
[800 – 1000[	6
≥ 1000	0

5.3.3.6.3. ILUMINAÇÃO NATURAL (PESO=10%)

Os valores apresentados no Quadro 5.14 foram selecionados tendo como base os valores adquiridos em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo e em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada.

A Iluminação Natural (IN) (valor médio obtido nas instalações e medido em lux) terá um peso de 10%. Atribuíram-se as pontuações patentes no Quadro 5.14, sendo o intervalo de 400 a 500 lux aquele que tem a melhor cotação (20 valores).

Quadro 5.14– Correspondência entre função de valor para o critério Iluminação Natural (lux) e suas correspondentes cotações normalizadas (_ N).

Iluminação Natural (lux)	Iluminação Natural_N (IN_N)
< 100	0
[100 – 200[	6
[200 – 300[	10
[300 – 400[	16
[400 – 500[	20
[500 – 600[	18
[600 – 700[	16
[700 – 800[	10
[800 – 1000[	6
≥ 1000	0

O referido quadro pode ser utilizado em casos em que se recorre a avaliação da iluminação natural através de sonda de lux, que é o caso do presente estudo. Caso o avaliador tenha de recorrer a uma avaliação *in loco*, poderá utilizar a tabela do Quadro 5.15.

No caso de não existir a possibilidade de o avaliador utilizar um aparelho de avaliação para obter valores em lux, poderá recorrer-se a uma avaliação visual subjetiva *in loco*, utilizando uma ficha de avaliação constituída por cinco características. Cada característica observada terá um ponto, estes pontos serão somados e será obtida uma classificação convertida (normalizada) numa escala de 0 a 20 valores (Quadro 5.15).

Quadro 5.15 – Correspondência entre função de valor para o critério Iluminação Natural (subjetiva) e suas características (N).

Características da Iluminação Natural	
Boa orientação da luz (1 ponto)	
Repartição regular da luz (1 ponto)	
Não existe ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual (1 ponto)	
Não cria fadiga visual nos utentes (1 ponto)	
Não existem, contrastes de luminosidade que gerem encadeamento (1 ponto).	
Pontos (Iluminação Natural)	Iluminação Natural_N (IN_N)
5	20
4	16
3	12
2	8
1	4
0	0

5.3.3.7. Pisos (Peso=15%)

Relativamente aos pisos as características apresentadas no Quadro 5.16 e o peso atribuído, foram selecionados tendo como base as características referidas em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo, em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada e na norma DIN 18032.

Um peso de 15% foi atribuído com base no estudo social aplicado aos professores de Educação Física, pois 22% considerou o pavimento desportivo como o parâmetro mais importante para se atingir um conforto global numa instalação desportiva.

O Quadro 5.16 é utilizado, no caso, do avaliador recorrer a uma avaliação visual subjetiva *in loco*, utilizando uma ficha de avaliação constituída por cinco características. Cada característica observada terá um ponto, estes pontos serão somados e será obtida uma classificação numa escala normalizada de 0 a 20 valores (PIS_N).

Quadro 5.16 – Correspondência entre função de valor para o critério e suas características PIS (_N).

Características dos Pisos	
Elasticidade, segurança do piso e no deslize (1 ponto)	
Boas propriedades de recuperação elástica (1 ponto)	
Pouca propagação de ruído (1 ponto)	
Pouca reflexão da luz (1 ponto)	
Segurança contra acidentes, o piso absorve parte da energia dos membros sobrecarregados e diminui o risco de lesões (1 ponto)	
Pontos (PIS)	Classificação PIS_N
5	20
4	16
3	12
2	8
1	4
0	0

5.3.3.8. ACESSIBILIDADES (PESO=5%)

Relativamente às acessibilidades as características apresentadas no Quadro 5.17 e o peso atribuído, foram selecionados tendo como base as características referidas em estudos já realizados (Barreira, 2003), no presente estudo, em recomendações existentes na pesquisa bibliográfica efetuada e na Lei nº 38/2004 de 18/08 e no Decreto-Lei nº 163/2006 de 08/08.

O *peso* foi baseado em pressupostos subjetivos, pelo facto de não se conhecerem estudos que demonstrem a importância que os utentes atribuem a cada parâmetro. Foi assim, atribuído um peso de 5% ao critério acessibilidades

(ACE) pois no estudo social efetuado, este é o parâmetro que os professores de Educação Física consideram menos importante.

O Quadro 5.17 é utilizado, no caso do avaliador recorrer a uma avaliação visual subjetiva *in loco*, utilizando uma ficha de avaliação constituída por cinco características. Cada característica observada terá um ponto, estes pontos serão somados e será obtida uma classificação numa escala de 0 a 20 valores.

Quadro 5.17 – Correspondência entre função de valor para o critério Acessibilidades e suas características ACE_N .

Características das Acessibilidades	
Não existem obstáculos no acesso e movimentação (1 ponto)	
Largura dos corredores adequada (1 ponto)	
Possui rampas de acesso à instalação desportiva (1 ponto)	
Possui lugares destinados a deficientes (1 ponto)	
Instalações sanitárias próprias para deficientes (1 ponto)	
Pontos (ACE)	Classificação ACE_N
5	20
4	16
3	12
2	8
1	4
0	0

5.3.4. ÍNDICE DE CONFORTO GLOBAL

5.3.4.1. DEFINIÇÃO

O Índice de Conforto Global (ICG) respeitante à instalação desportiva é uma função semelhante à função $v(ai)$ atrás referida, que mede o “valor” de cada alternativa relativamente ao conforto global. Esta função é dependente dos critérios de decisão, que estão representados pelos parâmetros acústicos, térmicos, de luminosidade, pisos e acessibilidades, também atrás referidos. Naturalmente que uns critérios pesam mais na análise do conforto global do que outros e, sendo assim, o desempenho da alternativa ai conforme o j -ésimo critério é multiplicado por um determinado peso. Uma condição fundamental e

natural é a de que a soma de todos os pesos seja igual à unidade. Assim, para cada alternativa ai , o ICG é determinado pela seguinte expressão:

$$ICG = 0,20 Ac\_N + 0,15 Temp\_N + 0,15 HR\_N + 0,10 Vent\_N + 0,10 IA\_N + 0,10 IN\_N + 0,15 PIS\_N + 0,05 ACE\_N$$

ou por simplificação, retirando os $\_N$, fica:

$$ICG = 0,20 Ac + 0,15 Temp + 0,15 HR + 0,10 Vent + 0,10 IA + 0,10 IN + 0,15 PIS + 0,05 ACE$$

Sendo que:

Ac – é o valor normalizado de desempenho da alternativa ai conforme o critério Acústica (L_{Aeq} com ocupação; $L_{Aeq}(rf)$; TR; RASTI; $D_{nT,w}$ (interior) e $D_{2m,nT,w}$). 0,20, é o peso atribuído ao critério Acústica (ver 5.5.3.2);

Vent - é o valor normalizado de desempenho da alternativa ai conforme o critério Ventilação. 0,10 é o peso atribuído ao critério Ventilação (ver 5.3.3.3);

Temp - é o valor normalizado de desempenho da alternativa ai conforme o critério Temperatura. 0,15 é o peso atribuído ao critério Temperatura (ver 5.3.3.4);

HR - é o valor normalizado de desempenho da alternativa ai conforme o critério Humidade Relativa. 0,15 é o peso atribuído ao critério Humidade Relativa (ver 5.3.3.5);

IA - é o valor normalizado de desempenho da alternativa ai conforme o critério Iluminação Artificial. 0,10 é o peso atribuído ao critério Iluminação Artificial (ver 5.3.3.6.2);

IN - é o valor de desempenho da alternativa ai conforme o critério Iluminação Natural. 0,10 é o peso atribuído ao critério Iluminação Natural (ver 5.3.3.6.3);

PIS - é o valor normalizado de desempenho da alternativa ai conforme o critério Pisos. 0,15 é o peso atribuído ao critério Pisos (ver 5.3.3.7);

ACE - é o valor normalizado de desempenho da alternativa *ai* conforme o critério Acessibilidades. 0,05 é o peso atribuído ao critério Acessibilidades (ver 5.3.3.8).

A distribuição de pesos na expressão de ICG foi feita de uma forma parcialmente subjetiva, apoiada na bibliografia, no estudo social feito e em algum bom senso. Esta subjetividade aparece devido ao facto de não se conhecerem ainda outros estudos que demonstrem a importância relativa que nas instalações desportivas se atribui a cada parâmetro. Apesar de alguma subjetividade, estes pesos foram também, baseados no estudo social aplicado a 293 professores de Educação Física que referiram qual o parâmetro mais importante para adquirirem conforto nas instalações desportivas. Destaca-se que o parâmetro considerado mais importante para o conforto global foi a Acústica (44%), seguido do parâmetro Pisos (22%) e depois a Temperatura com 17% de respostas. Os parâmetros de Luminosidade, Humidade Relativa e Acessibilidades foram os que obtiveram menores graus de importância.

Após análise de cada parâmetro, de cada peso, função de valor e adquirida uma cotação normalizada ($\_N$) (valor respetivo a cada parâmetro), este é inserido na fórmula. Da fórmula sai o valor de Índice de Conforto Global (ICG) que corresponde à condição real da respetiva instalação desportiva. Este Índice de Conforto Global permite obter uma caracterização do estado de cada instalação desportiva, como se demonstra Quadro 5.18.

Assim, para instalações que obtenham um ICG menor do que 5 valores é considerada uma má instalação, as que obtiverem valores entre 5 e 10 valores, são consideradas medíocres. Para ICG entre 10 e 14 valores, são classificadas como suficientes, se obtiverem ICG entre 14 e 17 valores, já se consideram instalações com um bom conforto global e a partir dos 17 valores, serão consideradas instalações excelentes.

Quadro 5.18 - ICG – Índice de Conforto Global (ICG) obtidos por aplicação do Método MultiCritério aos PDE

Valores ICG	Características
[0-5[	<i>Má</i>
[5-10[	<i>Medíocre</i>
[10-14[	<i>Suficiente</i>
[14-17[	<i>Boa</i>
[17-20]	<i>Excelente</i>

5.3.4.2. APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO MULTICRITÉRIO

Considera-se que a necessidade de clarificar o que é efetivamente conforto em instalações desportivas é essencial, uma vez que estas são consideradas neste estudo, um dos principais fatores para a promoção da saúde pública na prática desportiva. A definição destes parâmetros de conforto propicia à minimização de incomodidades e a qualidade na lecionação de aulas em PDE. Deste modo, após a definição do algoritmo dos parâmetros, funções de valor e valores normalizados referidos anteriormente, procedeu-se à sua aplicação prática através da análise dos PDE do distrito de Aveiro, que se passa a apresentar.

Os valores apresentados nos Quadro 5.19 a Quadro 5.22 são os valores obtidos após aplicação das tabelas de conversão e fórmulas referentes a cada parâmetro. Da fórmula saiu o valor de Índice de Conforto Global (ICG) que corresponde à condição da respetiva instalação desportiva. Esta fórmula permite caracterizar o estado de cada instalação desportiva com base no algoritmo MultiCritério.

Os parâmetros não avaliados de forma quantitativa neste estudo, tais como, Isolamento sonoro entre locais, Ventilação, Temperatura interior no Verão, Humidade Relativa no Verão, Pisos e Acessibilidades, foram considerados com 10 (sendo por isso neutrais no método).

No Quadro 5.19 podem-se observar os resultados obtidos pela aplicação do algoritmo multicritério à amostra de pavilhões dos PDE, sendo possível observar o desempenho de cada pavilhão (alternativa (a_i)) conforme todos os

critérios usados neste problema, assim como o desempenho de modo geral, através do ÍCG.

De salientar os valores referentes ao ICG dos pavilhões marcados a negrito por serem os valores mais baixos.

Quadro 5.19 - Quadro dos valores normalizados dos pavilhões dos Parques Desportivos Escolares avaliados e respetivos ICG (Índice de Conforto Global). (* Aos parâmetros Vent_N, PIS_N e ACE_N, foi atribuída a classificação neutral de 10 pois não foram quantificados).

PDE (Pavilhões)	TIPOLOGIA	AC_N	Temp_N	HR_N	Vent_N	IA_N	IN_N	PIS_N	ACE_N	ICG
1	T1	13,5	7,5	10,0	10,0	20,0	0,0	10,0	10,0	10,3
2	T3	9,4	9,0	10,0	10,0	10,0	6,0	10,0	10,0	9,3
5	T2	10,7	6,0	7,5	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	8,2
6	T1	13,6	10,0	13,5	10,0	16,0	6,0	10,0	10,0	11,4
7	T1	9,3	6,0	15,0	10,0	16,0	0,0	10,0	10,0	9,6
8	T1	10,6	5,0	13,5	10,0	18,0	0,0	10,0	10,0	9,7
9	T4	14,0	6,0	15,0	10,0	18,0	6,0	10,0	10,0	11,4
10	T1	13,6	9,0	5,0	10,0	16,0	0,0	10,0	10,0	9,4
11	T2	13,0	5,0	7,5	10,0	18,0	6,0	10,0	10,0	9,9
12	T2	14,2	10,0	10,0	10,0	10,0	6,0	10,0	10,0	10,4
13	T5	13,2	6,0	15,0	10,0	0,0	16,0	10,0	10,0	10,4
14	T5	12,0	12,0	13,5	10,0	16,0	18,0	10,0	10,0	12,6
15	T3	13,1	7,5	13,5	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	9,8
16	T5	13,6	6,0	7,5	10,0	16,0	0,0	10,0	10,0	9,3
17	T1	12,8	7,5	13,5	10,0	0,0	0,0	10,0	10,0	8,7
18	T2	11,4	6,0	10,0	10,0	18,0	20,0	10,0	10,0	11,5
19	T5	13,2	6,0	13,5	10,0	20,0	0,0	10,0	10,0	10,6
20	T1	13,0	7,5	7,5	10,0	16,0	6,0	10,0	10,0	10,1
21	T3	13,3	6,0	10,0	10,0	6,0	0,0	10,0	10,0	8,7
22	T1	12,8	7,5	15,0	10,0	16,0	10,0	10,0	10,0	11,5
23	T5	13,2	9,0	13,5	10,0	0,0	6,0	10,0	10,0	9,6
24	T1	14,4	9,0	13,5	10,0	10,0	16,0	10,0	10,0	11,9
25	T4	10,7	6,0	10,0	10,0	16,0	0,0	10,0	10,0	9,1
26	T4	14,4	7,5	7,5	10,0	18,0	0,0	10,0	10,0	9,9
27	T2	11,4	6,0	13,5	10,0	16,0	10,0	10,0	10,0	10,8
28	T2	12,6	13,5	7,5	10,0	18,0	16,0	10,0	10,0	12,1
30	T5	12,1	9,0	10,0	10,0	10,0	20,0	10,0	10,0	11,3
31	T4	13,7	12,0	15,0	10,0	0,0	10,0	10,0	10,0	10,8
32	T1	12,8	6,0	13,5	10,0	0,0	16,0	10,0	10,0	10,1
33	T5	14,0	6,0	7,5	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	8,8
35	T5	13,2	10,0	10,0	10,0	20,0	0,0	10,0	10,0	10,6
36	T2	11,4	6,0	7,5	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	8,3
37	T5	14,4	7,5	13,5	10,0	18,0	0,0	10,0	10,0	10,8

39	T2	9,2	15,0	15,0	10,0	6,0	10,0	10,0	10,0	10,9
40	T2	9,2	12,0	13,5	10,0	18,0	20,0	10,0	10,0	12,5
41	T3	13,6	10,0	13,5	10,0	20,0	10,0	10,0	10,0	12,2
42	T1	12,7	7,5	10,0	10,0	6,0	10,0	10,0	10,0	9,8
43	T1	13,6	7,5	7,5	10,0	16,0	6,0	10,0	10,0	10,2
44	T3	10,3	7,5	13,5	10,0	10,0	16,0	10,0	10,0	10,8
45	T1	10,4	13,5	13,5	10,0	6,0	20,0	10,0	10,0	11,7
46	T2	12,0	5,0	10,0	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	8,7
47	T1	12,7	7,5	10,0	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	9,2
48	T5	14,0	12,0	13,5	10,0	20,0	6,0	10,0	10,0	12,2

Sendo que:

T1- Recinto polidesportivo com 30x18x8 m³ e uma sala de desporto com 16x14x5 m³;

T2 - Recinto polidesportivo com galeria lateral com 40x20x9 m³;

T3 - Recinto polidesportivo com galeria lateral com 44x27x9 m³;

T4 - Recinto polidesportivo com bancada lateral com 45x27x9 m³ com sala de desporto 16x14x5 m³;

T5 - Pavilhões Municipais;

T5 - Pavilhões Associações.

Quadro 5.20 – Quadro resumo dos valores normalizados dos pavilhões dos Parques Desportivos Escolares avaliados e respetivos ICG.

ICG	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO
PAVILHÕES	8,2	10,4	10,4	12,6

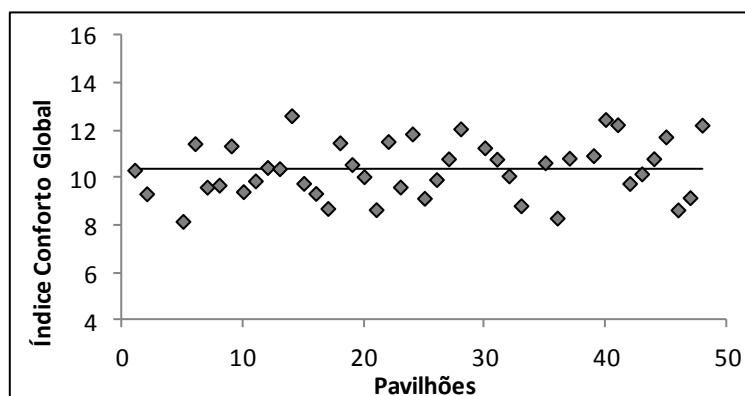


Figura 5.1 - Índice de Conforto Global nos Pavilhões

Na Figura 5.1 podem-se observar os resultados obtidos do ÍCG, pela aplicação do algoritmo multicritério à amostra de pavilhões dos PDE, através de representação gráfica.

Verifica-se no Quadro 5.20 que a média do ÍCG nos pavilhões dos PDE, se situa nos 10,4 valores e que a mediana é de 10,4 valores. Pode-se concluir que este tipo de instalações tem um comportamento de conforto global não muito heterogéneo, uma vez que o valor mais baixo é de 8,2 valores e o mais alto é de 12,6 valores. O valor mais baixo refere-se ao PDE número cinco, Escola Básica 2,3 João Afonso de Aveiro, de facto este Parque apresenta valores muito baixos de Temperatura e Humidade, talvez estes valores possam ser explicados por o pavilhão possuir cobertura aberta nas laterais e não existir qualquer tipo de isolamento térmico.

No que diz respeito ao valor mais elevado, foi obtido pelo Parque Desportivo Escolar número catorze, pavilhão municipal utilizado pela Escola Básica 2,3 da Gafanha da Nazaré que adquiriu valores mais altos em todos os parâmetros.

Talvez a explicação mais plausível para os valores do ICG serem pouco díspares se atribua a que estas instalações, apesar de terem tipologias diferentes, são construídas com o mesmo tipo de materiais e conceções de projeto idênticas. Foram atribuídos valores neutros (=10) para os parâmetros Isolamento Sonoro, Ventilação, Pisos e Acessibilidades, devido a não existirem dados numéricos relativamente a estes parâmetros. Estes valores neutros não influenciam a avaliação final do método multicritério mas podem ter contribuído para a obtenção destes resultados no ICG.

No Quadro 5.21 é atribuída uma classificação aos pavilhões de acordo com o índice de conforto global obtido.

Quadro 5.21 - Classificação multicritério dos pavilhões dos Parques Desportivos Escolares avaliados. (ICG = Índice de Conforto Global).

PDE	Escolas	Concelho	ICG	CLASSIFICAÇÃO
1	EB 2,3 Aires Barbosa, Esgueira	Aveiro	10,3	Medíocre
2	ES/3 Jaime Magalhães Lima, Esgueira		9,3	Medíocre
5	EB 2,3 João Afonso de Aveiro		8,2(-)	Medíocre
6	EB 2,3 São Bernardo		11,4	Suficiente
7	EB 2,3 Castro Matoso, Oliveirinha		9,6	Medíocre

8	EB I Eixo		9,7	Medíocre
9	EB 2,3 Aradas		11,4	Suficiente
10	EB 2,3 Cacia		9,4	Medíocre
11	ES/3 Dr. João Celestino Gomes		9,9	Medíocre
12	EB 2,3 Ílhavo		10,4	Medíocre
13	EB 2,3 Gafanha da Encarnação	Ílhavo	10,4	Medíocre
14	EB 2,3 Gafanha da Nazaré		12,6(+)	Suficiente
15	ES/3 Gafanha da Nazaré		9,8	Medíocre
16	EB 2,3 e ES/3 de Vagos	Vagos	9,3	Medíocre
17	EB 2 Albergaria-a-Velha		8,7	Medíocre
18	ES/3 Albergaria-a-Velha	Albergaria	11,5	Suficiente
19	EB 2,3 da Branca	a	10,6	Medíocre
20	EB I São João de Loure	Velha	10,1	Medíocre
21	ES/3 Estarreja, Beduíno		8,7	Medíocre
22	EB 2,3 de Padre Donaciano de Freire		11,5	Suficiente
23	EB 2,3 Dr. Egas Moniz, Avanca	Estarreja	9,6	Medíocre
24	EBI, JI Pardilhó		11,9	Suficiente
25	EB 2,3 P.A.M.F. da Murtosa		9,1	Medíocre
26	EBI/JI Torreira	Murtosa	9,9	Medíocre
27	EB 2,3 Fernando Caldeira		10,8	Medíocre
28	ES/3 Adolfo Portela		12,1	Suficiente
30	EB 2,3 Aguada de Cima	Águeda	11,3	Suficiente
31	EB 2,3 Fermentelos		10,8	Suficiente
32	EB 2,3 Valongo do Vouga		10,1	Medíocre
33	EB 2,3 e ES/3 de Sever do Vouga	S. Vouga	8,8	Medíocre
35	EB 2,3 Pampilhosa do Botão	Mealhada	10,6	Medíocre
36	EB 2,3 Oliveira do Bairro	Oliveira do	8,3	Medíocre
37	ES Oliveira do Bairro	Bairro	10,8	Medíocre
39	EB 2,3 António Dias Simões		10,9	Suficiente
40	EB 2,3 Florbela Espanca – Esmoriz		12,5	Suficiente
41	ES Júlio Dinis		12,2	Suficiente
42	EB 2,3 de Maceda	Ovar	9,8	Suficiente
43	EB 2,3 M.M.O. - Válega		10,2	Medíocre
44	ES de Esmoriz		10,8	Medíocre
45	EBI S. Vicente de Pereira de Jusã		11,7	Suficiente
46	EB 2,3 de Anadia		8,7	Medíocre
47	ES de Anadia	Anadia	9,2	Medíocre
48	EB 2,3 Vilarinho do Bairro		12,2	Suficiente

(+) a melhor amostra

(-) a pior da amostra

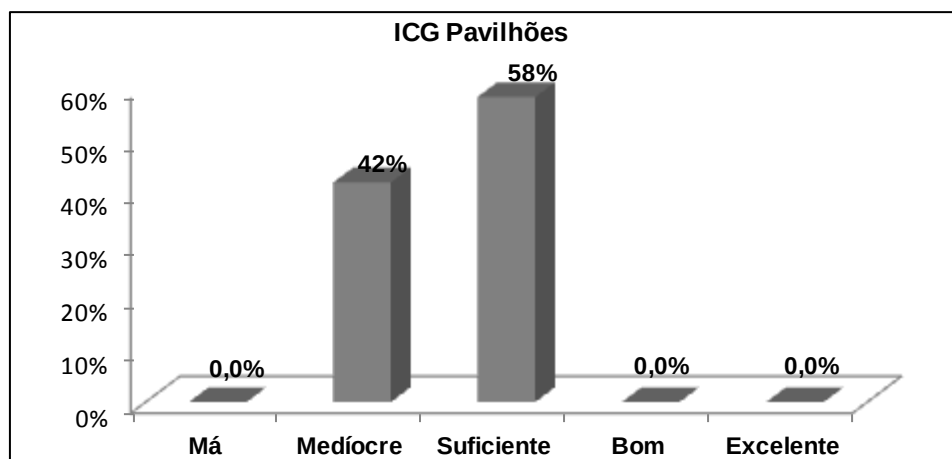


Figura 5.2 – Classificação por classes do ICG (Índice de Conforto Global) nos Pavilhões dos PDE.

Na Figura 5.2 podem-se observar as classificações dos pavilhões dos PDE de acordo com os valores obtidos do ÍCG, através de representação gráfica.

Após a análise gráfica, verifica-se que 42% dos pavilhões apresentam um índice de conforto global *medíocre* e 58% apresentam um ÍCG *suficiente*. Em 42% dos pavilhões os valores estão dispostos entre 8,2 e 9,9 valores, considerando-se assim, que apresentam um ÍCG *medíocre*, o que indica que os pavilhões detêm deficiências e um grau de conforto insuficiente para os professores, alunos, funcionários e utentes deste tipo de instalações.

Verifica-se ainda, que 58% dos pavilhões obtiveram valores assentados entre 10,1 e 12,6, apresentando um grau de conforto *suficiente*, mas não o ideal para instalações desportivas.

Conclui-se que apesar de não existirem pavilhões *maus*, também não existem pavilhões *bons* ou até *excelentes* na amostra estudada, no entanto, como já foi referido, quatro parâmetros tiveram um valor neutral =10.

No Quadro 5.22 podem-se observar os resultados obtidos pela aplicação do algoritmo multicritério à amostra de salas de desporto dos PDE. É possível observar o desempenho de cada sala de desporto, conforme todos os critérios usados neste problema, assim como o desempenho de modo geral, através do Índice de Conforto Global.

De salientar os valores referentes ao ICG das salas de desporto marcadas a negrito por serem os valores mais baixos.

Quadro 5.22– Quadro dos valores normalizados das salas de desporto dos Parques Desportivos Escolares avaliados e respetivos ICG (Índice de Conforto Global). (* Aos parâmetros Vent_N, PIS_N e ACE_N, foi atribuída a classificação neutra de 10 pois não foram quantificados).

PDE (Salas de desporto)	TIPOLOGIA	AC_N	Temp_N	HR_N	Vent_N	IA_N	IN_N	Pis_N	ACE_N	ICG
1	T1	14,4	6,0	10,0	10,0	18,0	6,0	10,0	10,0	10,7
3	GA	10,7	7,5	10,0	10,0	10,0	6,0	10,0	10,0	9,4
4	GA	14,6	7,5	10,0	10,0	16,0	20,0	10,0	10,0	12,1
6	T1	14,4	12,0	10,0	10,0	20,0	10,0	10,0	10,0	12,2
7	T1	13,8	7,5	15,0	10,0	6,0	10,0	10,0	10,0	10,7
8	T1	16,2	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,6
9	T4	15,8	5,0	15,0	10,0	0,0	0,0	10,0	10,0	9,2
10	T1	14,0	9,0	5,0	10,0	16,0	0,0	10,0	10,0	9,5
16	T5	14,4	6,0	7,5	10,0	0,0	0,0	10,0	10,0	7,9
17	T1	13,8	7,5	10,0	10,0	0,0	0,0	10,0	10,0	8,4
19	T5	14,4	9,0	13,5	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	10,3
20	T1	14,6	9,0	7,5	10,0	20,0	0,0	10,0	10,0	10,4
22	T1	13,6	6,0	13,5	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	9,6
24	T1	14,2	7,5	13,5	10,0	10,0	20,0	10,0	10,0	12,0
25	T4	13,0	6,0	13,5	10,0	20,0	0,0	10,0	10,0	10,5
26	T4	14,0	9,0	7,5	10,0	20,0	0,0	10,0	10,0	10,3
29	GA	12,2	10,0	7,5	10,0	10,0	0,0	10,0	10,0	9,1
31	T4	13,8	13,5	15,0	10,0	0,0	0,0	10,0	10,0	10,0
32	T1	13,2	6,0	15,0	10,0	16,0	6,0	10,0	10,0	11,0
34	GA	14,4	9,0	10,0	10,0	6,0	20,0	10,0	10,0	11,3
38	GA	13,8	7,5	7,5	10,0	0,0	0,0	10,0	10,0	8,0
42	T1	14,2	9,0	10,0	10,0	18,0	10,0	10,0	10,0	11,5
43	T1	14,4	7,5	10,0	10,0	18,0	6,0	10,0	10,0	10,9
45	T1	13,0	15,0	15,0	10,0	6,0	18,0	10,0	10,0	12,5
47	T1	11,8	7,5	10,0	10,0	20,0	10,0	10,0	10,0	11,0

Sendo que:

T1- Recinto polidesportivo com 30x18x8 m e uma sala de desporto com 16x14x5 m;

T4 - Recinto polidesportivo com bancada lateral com 45x27x9 m com sala de desporto 16x14x5 m;

GA - Ginásio Antigo com mais de 20 anos;

T5 - Pavilhões Municipais.

Quadro 5.23 – Quadro resumo dos valores normalizados das salas de desporto dos Parques Desportivos Escolares avaliados e respetivos ICG (Índice de Conforto Global).

ICG	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO
SALAS DE DESPORTO	7,9	10,4	10,5	12,5

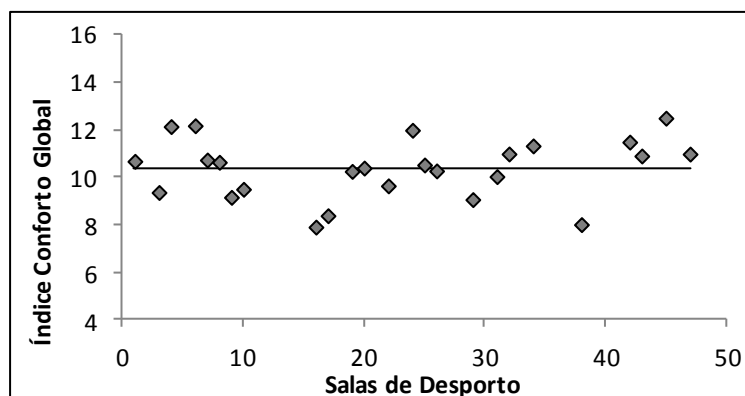


Figura 5.3 – Representação gráfica do ICG (Índice de Conforto Global) nas Salas de Desporto

Na Figura 5.3 podem-se observar os resultados obtidos do ÍCG, pela aplicação do algoritmo multicritério à amostra de salas de desporto dos PDE, através de representação gráfica.

Verifica-se no Quadro 5.23 que a média do ÍCG nas salas de desporto dos PDE, se situa nos 10,4 valores, igual à média obtida nos pavilhões, observou-se ainda uma mediana de 10,5 valores. Pode-se concluir que este tipo de instalações tem um comportamento de conforto global não muito heterogéneo entre si e até entre os pavilhões, uma vez que o valor mais baixo foi 7,9 valores e o mais alto, 12,5 valores.

O valor mais baixo refere-se ao PDE número dezasseis, pavilhão municipal de Vagos utilizado pelas escolas Básica 2,3 e Secundária de Vagos, de facto este Parque apresenta valores muito baixos de Temperatura e Humidade, talvez estes valores possam ser explicados pela inexistência de qualquer tipo de isolamento térmico.

No que diz respeito ao valor mais elevado, foi obtido pelo PDE número quarenta e cinco, Escola Básica Integrada S. Vicente de Pereira de Jusã de Ovar, que adquiriu valores mais altos em todos os parâmetros.

Verifica-se mais uma vez que os valores do ICG são pouco díspares nas salas de desporto, já que estas, tal como os pavilhões, são construídas com o

mesmo tipo de materiais e conceções de projeto idênticas. Para além disso, os valores neutros utilizados em alguns parâmetros podem ter contribuído para a obtenção destes resultados no ICG.

No Quadro 5.24 é atribuída uma classificação às salas de desporto de acordo com o índice de conforto global obtido.

Quadro 5.24 – Classificação multicritério das salas de desporto dos Parques Desportivos Escolares avaliados.

PDE	Escolas	Concelho	ICG	CLASSIFICAÇÃO
1	EB 2,3 Aires Barbosa, Esgueira	Aveiro	10,7	Suficiente
3	ES/3 Dr. Mário Sacramento, Glória		9,4	Medíocre
4	ES Homem Cristo, Glória		12,1	Suficiente
6	EB 2,3 São Bernardo		12,2	Suficiente
7	EB 2,3 Castro Matoso, Oliveirinha		10,7	Suficiente
8	EB I Eixo		10,6	Suficiente
9	EB 2,3 Aradas		9,2	Medíocre
10	EB 2,3 Cacia		9,5	Medíocre
16	EB 2,3 e ES/3 de Vagos	Vagos	7,9(-)	Medíocre
17	EB 2 Albergaria-a-Velha	Albergaria	8,4	Medíocre
19	EB 2,3 da Branca	a	10,3	Suficiente
20	EB I São João de Loure	Velha	10,4	Suficiente
22	EB 2,3 de Padre Donaciano de Freire	Estarreja	9,6	Medíocre
24	EBI, JI Pardilhó		12,0	Suficiente
25	EB 2,3 P.A.M.F. da Murtosa	Murtosa	10,5	Suficiente
26	EBI/JI Torreira		10,3	Suficiente
29	ES Marques de Castilho	Águeda	9,1	Medíocre
31	EB 2,3 Fermentelos		10,0	Suficiente
32	EB 2,3 Valongo do Vouga		11,0	Suficiente
34	ES da Mealhada	Mealhada	11,3	Suficiente
38	EB 2,3 Dr. Fernando Peixinho-Oiã	O. do Bairro	8,0	Medíocre
42	EB 2,3 de Maceda	Ovar	11,5	Suficiente
43	EB 2,3 M.M.O. - Válega		10,9	Suficiente
45	EBI S. Vicente de Pereira de Jusã		12,5(+)	Suficiente
47	ES de Anadia	Anadia	11,0	Suficiente

(+) a melhor amostra
(-) a pior da amostra

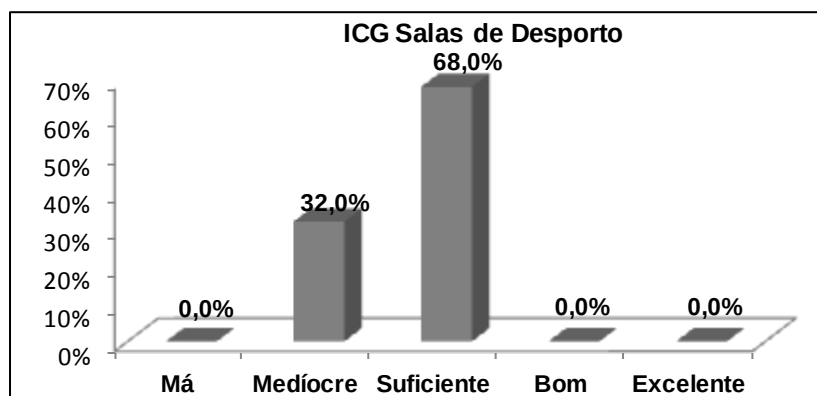


Figura 5.4 – Classificação por classes, do Índice de Conforto Global (ICG) nas Salas de Desporto dos PDE

Na Figura 5.4 podem-se observar as classificações dos pavilhões dos PDE de acordo com os valores obtidos do Índice de Conforto Global, através de representação gráfica.

Após a análise gráfica, verifica-se que 32% das salas de desporto apresentam um índice de conforto global *medíocre* e 68% apresenta um índice de conforto global *suficiente*. Observa-se que em 32% das salas de desporto os valores estão dispostos entre 7,9 e 9,6 valores, considerando-se assim, que apresentam um Índice de Conforto Global *medíocre*, o que indica que as salas de desporto tais como os pavilhões detêm deficiências e um grau de conforto insuficiente para os professores, alunos, funcionários e utentes deste tipo de instalações.

Verifica-se ainda que 68% das salas de desporto obtiveram valores assentes entre 10,0 e 12,5, apresentando um grau de conforto *suficiente*, mas não o ideal para instalações desportivas.

Conclui-se que, numa escala constituída por mau, medíocre, suficiente, bom e excelente as instalações desportivas dos Parques Desportivos Escolares avaliados, quer ao nível dos pavilhões como das salas de desporto, não apresentam *boas* condições de conforto. Verificou-se, no entanto, que também não apresentam *más* condições. As instalações desportivas dos PDE são assim consideradas *medíocres* ou *suficientes*, ou seja, apresentam pouco conforto para a prática da atividade física e lecionação de aulas de Educação Física.

Considera-se ainda que esta análise multicritério contribui para a caracterização acústica, térmica, luminosidade, pisos e acessibilidades de um grupo específico de instalações desportivas (escolares), assim como para a avaliação objetiva de todos estes parâmetros em cada instalação e a sua comparação das mesmas. O algoritmo multicritério formulado permite também efetuar a mesma avaliação objetiva destes parâmetros noutra tipo de amostra de espaços, como por exemplo, piscinas, salas de aula, tribunais, igrejas, etc. Esta conclusão é perfeitamente credível, uma vez que os pesos atribuídos a cada parâmetro do algoritmo multicritério são valores que têm por base um estudo aprofundado.

Este estudo baseou-se nos valores obtidos através das avaliações realizadas em cada parâmetro de cada PDE e numa avaliação subjetiva desses parâmetros, desenvolvida de acordo com o estudo social aplicado a uma amostra de 293 professores de Educação Física, que permitiu avaliar a sua perceção do conforto.

Através da relevância atribuída pelos professores de Educação Física a cada parâmetro, foi possível determinar o peso de cada um. No entanto, esta análise apresenta uma limitação referente à inexistência dos valores de Isolamento Sonoro, Ventilação, Pisos e Acessibilidades, sugerindo a importância da sua medição na mesma amostra, com o propósito de completar o estudo aumentando a sua eficácia e reduzindo a sua subjetividade.

De modo a sintetizar os objetivos e critérios base aplicados neste algoritmo, indica-se no Quadro 5.25 os valores ideais através dos quais foi guiada e baseada a avaliação, dos parâmetros usados como critérios de avaliação, ou seja, os valores que conduzem a um Índice de Conforto Global Ideal (ICG) para este tipo de instalações desportivas (pavilhões e salas de desporto).

Quadro 5.25 – Proposta de Valores considerados ideais para Parques Desportivos Escolares

ÁREA	PARÂMETRO	Índice de conforto global ideal (ICG = 20 Valores)	Índice de conforto global bom (ICG ≈ 15a18 Valores)
Acústica	Nível sonoro equivalente L_{Aeq} em contexto de aula	≤ 74 dB	[80 – 86[
	Nível sonoro equivalente $L_{Aeq_{rf}}$ (ruído de fundo)	≤ 40 dB	[40 – 44[
	Tempo de Reverberação ($_{500} - 2k$ Hz)	[1,0 – 1,5[	[0,5 – 1,0[[1,5 – 2,0[
	RASTI (Inteligibilidade da Palavra)	[0,9 – 1,0[	[0,7 – 0,8[
	Isolamento sonoro: $D_{nT,w}$	≥ 50 dB	[48 – 46[
	Isolamento sonoro: $D_{2m,nT,w}$	≥ 40 dB	[36 – 38[
Térmica	Temperatura	18 a 20 °C Inverno	17 a 22 °C Inverno
		20 a 24 °C Verão	18 a 26 °C Verão
Humidade	Humidade relativa	50 a 60%	40% a 70%
Ventilação	Número de renovações de ar por hora	1,5 a 2,0 (Inverno)	[1,0 – 1,5[(Inverno)
		2,5 a 3,0 (Verão)	[2,0 – 3,5[(Verão)
Luminosidade	Iluminação Natural e Artificial	400 a 500 lux	300 a 700 lux

6. CARACTERIZAÇÃO DO CASO PARTICULAR – PARQUE DESPORTIVO ESCOLAR DE EIXO

6.1. PREÂMBULO

Neste capítulo caracterizam-se os valores obtidos para os parâmetros acústicos, higrotérmicos, de luminosidade e geométricos estudados nas instalações desportivas da Escola Básica Integrada de Eixo. A escola situa-se em Eixo e pertence ao Distrito de Aveiro, foi construída em 1998. É constituída por 553 alunos e 61 professores.

Efetuuou-se uma análise comparativa dos valores medidos para todos os parâmetros no pavilhão e na sala de desporto (intra-análise). A análise de cada parâmetro permitirá obter dados estatísticos básicos sobre o seu comportamento.

Posteriormente, serão detetadas as carências efetivas neste PDE e as recomendações necessárias para melhoramento e possível reabilitação desta instalação desportiva.

6.2. ANÁLISE DOS PARÂMETROS ACÚSTICOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO

A análise aos resultados medidos no pavilhão e sala de desporto (intra-análise) da EBI de Eixo permitiu caracterizar o local através dos valores dos parâmetros acústicos (e sua variabilidade): ruído proveniente do decorrer das aulas de Educação Física (L_{Aeq}), ruído de fundo ($L_{Aeq}(rf)$), Tempo de Reverberação (TR) e $RASTI$ (Inteligibilidade da palavra). Nas medições efetuadas, foram registados os resultados e calculados os valores médios dos parâmetros acústicos no pavilhão e na sala de desporto.

6.2.1. RUÍDO PROVENIENTE DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Apresentam-se no Quadro 6.1 os resultados referentes aos valores médios obtidos do ruído proveniente das aulas de Educação Física (L_{Aeq}), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar de Eixo.

Quadro 6.1– Valores médios obtidos, no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro L_{Aeq} (ruído proveniente das aulas de Educação Física), média, mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão.

NÍVEIS SONOROS L_{Aeq} dB(A)	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO
PAVILHÃO	57	82	82	96	2,0
SALA DE DESPORTO	39	72	72	86	0,9

Ao analisar o Quadro 6.1 observa-se que o valor médio obtido no pavilhão foi de 82 dB(A). Este valor já ultrapassa o nível de ação inferior de 80 dB(A) definido pelo Decreto-Lei n.º 182/2006, que regulamenta a exposição pessoal diária do trabalhador. Verifica-se ainda que se obteve um valor máximo de 96 dB(A) considerado bastante nocivo, uma vez que o decreto estipula 87 dB(A) como valor limite de exposição diária ao ruído.

Na sala de desporto obteve-se um valor médio de 72 dB(A), valor que se insere abaixo dos níveis de ação definidos pelo referido decreto. Salienta-se que o conforto mínimo somente é conseguido nas salas de desporto. No entanto, o valor máximo obtido neste tipo de instalação já ultrapassa o estipulado pelo decreto, 86 dB(A), que define que o nível de ação superior deverá ser de 85 dB (A). No pavilhão desportivo o valor obtido já se considera nocivo para o professor, uma vez que este está exposto a estes níveis sonoros entre 4 a 6 horas. Pode-se inferir que os níveis sonoros variam em função de mais do que uma variável: tipo de espaço desportivo e número de turmas. O aumento do número de turmas em simultâneo no mesmo espaço desportivo poderá levar a um acréscimo nos valores de L_{Aeq} , uma vez que existe um maior número de fontes de ruído, como foi referido no capítulo da apresentação e discussão dos resultados.

6.2.2. RUÍDO DE FUNDO

No Quadro 6.2 são apresentados os resultados referentes aos valores médios obtidos do ruído fundo (L_{Aeq}), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar da EBI de Eixo.

Quadro 6.2 – Valores médios obtidos no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro ruído de fundo $L_{Aeq}(rf)$.

RUÍDO DE FUNDO L_{Aeq} dB(A)	MÉDIA
PAVILHÃO	39
SALA DE DESPORTO	36

Observando o Quadro 6.2 verifica-se que o ruído de fundo no pavilhão é de 39 dB(A) e na sala de desporto 36 dB(A). Nestas instalações desportivas o ruído de fundo é constituído pelo ruído que é provocado pela interferência direta do ruído ambiente exterior: ruídos de tráfego e ruído dos alunos nos recintos desportivos exteriores, onde realizam atividades físicas exteriores ou outros existentes. A campainha dos toques também é causadora de ruído no Parque Desportivo Escolar, contudo é um mal menor pois, se a campainha não fosse audível não desempenhava as suas funções de aviso de início das aulas, (até porque o tempo de toque pode ser ajustado). Estes ruídos podem perturbar ou incomodar os utilizadores desses espaços. Estes valores podem ser considerados elevados, evidenciando uma carência no isolamento da envolvente, face ao ruído proveniente do exterior.

6.2.3. TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Apresentam-se no Quadro 6.3 os resultados referentes aos valores médios obtidos do tempo de reverberação (TR), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar da EBI de Eixo.

Quadro 6.3 – Valores médios obtidos no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro *TR* (Tempo de Reverberação), para as bandas de frequência 500, 1000 e 2000 Hz.

TR (s)	Volume (m ³)	<i>TR</i> (s)	Incerteza	<i>TR</i> (s)	<i>TR</i> (s)	Cump. Legal *
		500, 1000, 2000 Hz		Final*	RRAE	
PAVILHÃO	4694	5,1	0,63	4,4	2,5	Não
SALA DE DESPORTO	1486	2,6	0,43	2,2	1,7	Não

* Decreto-Lei n.º 96/2008 Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)

Da análise efetuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação no pavilhão, verificou-se que o valor médio medido é de 5,1 s, aplicando a correção do fator de incerteza *I* (= 0,25% do limite regulamentar), como recomenda o R.R.A.E (2008), obteve-se ainda um valor considerado alto para o volume de 4694 m³, 4,4 s. Segundo o R.R.A.E, para este volume, o *TR* deveria ser somente de 2,5 s. Verifica-se, assim, que ao realizar os cálculos do tempo de reverberação ideal para cada instalação desportiva de acordo com o seu volume, não se consegue o conforto mínimo referente a este parâmetro. Esta situação observa-se devido ao grande volume deste tipo de instalações mas principalmente devido à pouca absorção sonora da envolvente interior que torna estes espaços muito reverberantes devido às suas superfícies muito refletoras, que propiciam elevados tempos de reverberação.

No que concerne à sala de desporto deste Parque Desportivo Escolar, verifica-se que o valor real obtido é bastante mais baixo comparando com o pavilhão, sendo este de 2,6 s.

Aplicando a correção do fator de incerteza *I* (= 0,25% do limite regulamentar), como recomenda o R.R.A.E (2008), obteve-se um valor de 2,2 s para o volume de 1486 m³. As exigências deste regulamento, para este volume referem que o *TR* deveria ser inferior a 1,7 s.

Tal situação verifica-se porque estes espaços têm um menor volume e têm algum material que pode ser considerado absorvente, tais como colchões.

6.2.4. *RASTI* - INTELIGIBILIDADE DA PALAVRA

Apresenta-se no Quadro 6.4 os resultados referentes aos valores médios obtidos do *RASTI* (Inteligibilidade da Palavra), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar da EBI de Eixo.

Quadro 6.4 – Valores médios obtidos no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro RASTI (*Inteligibilidade da Palavra*), mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão.

RASTI	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO	Classificação
PAVILHÃO	0,27	0,32	0,30	0,40	0,05	Medíocre
SALA DE DESPORTO	0,36	0,44	0,42	0,55	0,06	Medíocre

Pela análise efetuada no pavilhão o valor médio obtido do parâmetro RASTI é 0,32. Na sala de desporto observou-se um valor médio de RASTI superior ao obtido no pavilhão, RASTI de 0,44. De referir que pelos resultados médios obtidos se pode inferir que, a inteligibilidade da palavra tanto no pavilhão como na sala de desporto estudados apresentou valores médios correspondentes a uma inteligibilidade *medíocre*, isto é, menor que 0,45. Verificam-se ainda valores máximos de RASTI de 0,40 para o pavilhão e 0,55 para a sala de desporto, sendo que os valores mínimos obtidos correspondiam ao pavilhão, um RASTI de 0,27 e para a sala de desporto, um RASTI de 0,36. Observa-se assim que, os valores de RASTI diminuem à medida que se aumenta a distância à fonte emissora, como o pavilhão tem maior comprimento do que a sala de desporto, os valores de RASTI são mais baixos. Este facto poderá justificar as diferenças verificadas entre estes dois espaços desportivos.

O facto de no pavilhão se apresentarem valores de RASTI tão baixos, poderá ser justificado também, devido a este tipo de instalações desportivas serem muito reverberantes, pois o parâmetro RASTI depende fundamentalmente da reverberação do local. O que se comprova ao se verificar que os valores de TR (tempo de reverberação) são muito elevados, observando-se que o valor medido de TR no pavilhão foi de 5,1 s, poderá ser esta a justificação para os valores baixos de RASTI encontrado.

6.2.5. CONFORTO GLOBAL ACÚSTICO DO PARQUE DESPORTIVO ESCOLAR DE EIXO

6.2.5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar as características acústicas interiores do Parque Desportivo Escolar da EBI de Eixo e analisando as figuras 6.1 e 6.2, verifica-se que estas

instalações desportivas são espaços muito reverberantes, proporcionando uma medíocre inteligibilidade da palavra, devido à inexistência de materiais absorventes. Para além do referido, existe transmissão de ruídos parasitas que podem influenciar o aumento do ruído na instalação desportiva no decorrer das aulas de Educação Física. Verificou-se ainda que os níveis de exposição diária ao ruído, por parte do professor, podem causar incomodidade ao nível da saúde, pois obtiveram-se valores de L_{Aeq} que indiciam que o nível de ação da legislação (80 dBA) seja excedido.



Figura 6.1 – Pavilhão do Parque Desportivo Escolar da Escola Básica Integrada de Eixo.
[Foto da autora]



Figura 6.2 – Sala de Desporto do Parque Desportivo Escolar da Escola Básica Integrada de Eixo.
[Foto da autora]

6.2.6. PROPOSTAS PARA A REABILITAÇÃO DO PARQUE DESPORTIVO DE EIXO

Verificou-se que a regulamentação é genérica e não caracteriza adequadamente este tipo de instalações desportivas, pois estabelece as mesmas exigências acústicas para espaços com utilizações distintas. Contudo, este trabalho de investigação permitiu apontar indicadores para estes espaços de modo a torná-los mais adequados aos fins a que se destinam. Através destes indicadores propõe-se recomendações e algumas soluções para melhorar o conforto acústico neste Parque Desportivo Escolar.

As propostas para reduzir os níveis sonoros, o tempo de reverberação elevados e aumentar o RASTI, são as seguintes:

- a) Revestimento das paredes e cobertura com sistemas absorventes sonoros (Figura 6.3 e Figura 6.4).
- b) Colocação de materiais absorventes acústicos suspensos (Figura 6.5 e Figura 6.6).
- c) Divisão do espaço desportivo com painéis absorventes enroláveis (Figura 6.7 e Figura 6.8)



Figura 6.3 - Pavilhão de *Dublin Community Recreation Center* em Ohio munido de ressoadores agrupados (em blocos furados).

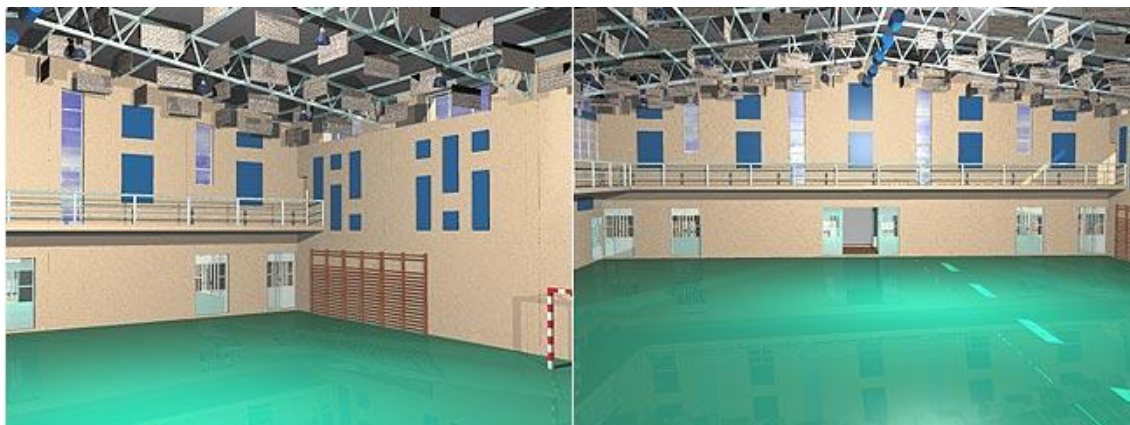


Figura 6.4 - Painéis acústicos colocados nas paredes. Interior do Pavilhão Salesianos Foto retirada (<http://projetos.prestige.com.pt/index>)



Figura 6.5– Exemplo n.º 1, da aplicação dos materiais absorventes suspensos. Interior do Pavilhão do Sport Clube Guimarães.
Foto retirada (<http://projetos.prestige.com.pt/index>)

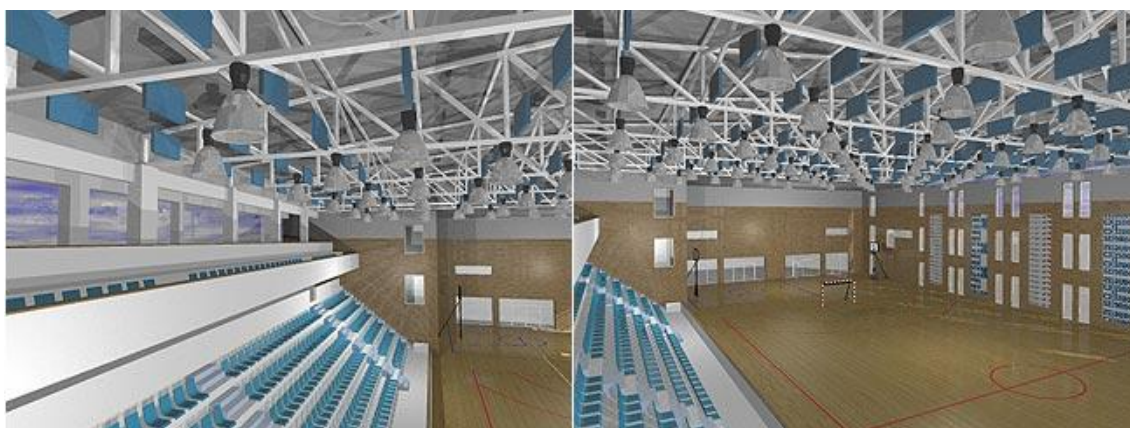


Figura 6.6 – Exemplo n.º 2, da aplicação dos materiais absorventes suspensos. Interior do Pavilhão Marítimo.
Foto retirada (<http://projetos.prestige.com.pt/index>)



Figura 6.7 - Exemplo de Painéis absorventes enroláveis



Figura 6.8 - Painéis absorventes enroláveis colocados num ginásio.

d) Requalificação acústica efetiva do Parque Desportivo Escolar de Eixo

No Quadro 6.5 apresenta-se uma proposta de requalificação do pavilhão e da sala de desporto para conseguir obter o conforto acústico desejado para este Parque Desportivo Escolar.

Os valores apresentados indicam a capacidade de absorção que os espaços têm inicialmente para um dado volume e com os valores reais dos tempos de reverberação obtidos. Posteriormente, calcula-se o valor do alfa que deveria existir, ou seja a absorção, que deveria existir para obter um TR de acordo com a legislação e finalmente obtém-se o valor de absorção que efetivamente falta para que o espaço desportivo venha a adquirir o conforto acústico pretendido.

Quadro 6.5 – Proposta de requalificação do pavilhão e da sala de desporto

	PAVILHÃO	SALA DE DESPORTO
VOLUME (m ³)	4694	1486
ÁREA DA INSTALAÇÃO (m ²)	553	231
TR (s) 500, 1000, 2000 Hz	5,1	2,6
TR (s) RRAE	2,5	1,7
ABSORÇÃO INICIAL PREVISTA (m ²)	148	91
ABSORÇÃO QUE DEVERIA EXISTIR (m ²)	299	139
ÁREA INTERIOR DA INSTALAÇÃO A REVESTIR (m ²)	151	48
ACRÉSCIMO DE COEFICIENTE DE ABSORÇÃO DO MATERIAL A COLOCAR NA COBERTURA	0,27	0,21

Ao observar o Quadro 6.5 verifica-se que se obteve um TR de 5,1 s. Segundo o Decreto-Lei n.º 96/2008 (RRAE), o TR para este volume (4694 m³) deveria ser no máximo 2,5 s. A absorção inicial previsível (fórmula de Sabine) no pavilhão é de 148 m², a que deveria existir seria 299 m², o que significa que faltam 151 m² de absorção para se poder obter o conforto acústico mínimo desejado. Logo, sugere-se acrescentar 151 m² de material absorvente ao pavilhão, que pode ser distribuído pelas paredes ou pela cobertura. A título de exemplo pode ser colocado na cobertura material absorvente sonoro com acréscimo de α de 0,27. Considerando o TR recomendado neste estudo (1,5 s), a área de material absorvente mínima teria de ser de 501 m², ou seja, teria de ser revestida quase a totalidade da área (cobertura) da instalação desportiva.

No que diz respeito à sala de desporto, verifica-se que se obteve um TR de 2,6 s. Segundo o Decreto-Lei n.º 96/2008 (RRAE), o TR para este volume (1486 m³) deveria ser de 1,7 s. A absorção sonora inicial no pavilhão é de 91 m², a que deveria existir seria 139 m², o que significa que faltam 48 m² de absorção para se poder obter o conforto acústico desejado. Logo, bastava cobrir homogeneamente uma área de 48 m² da sala de desporto, distribuída pelas paredes ou pela cobertura. A optar pela cobertura teria de se ter uma percentagem de revestimento de 21% da área da instalação (231 m²). Considerando o TR recomendado neste estudo (1,5 s), a área a revestir de material absorvente teria de ser 159 m².

Esta seria uma das soluções para conseguir o conforto acústico desejado no Parque Desportivo Escolar de Eixo.

6.3. PARÂMETROS HIGROTÉRMICOS NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO

6.3.1. VENTILAÇÃO AO NÍVEL DAS JANELAS E DA ALTURA MÉDIA DAS PESSOAS

Apresenta-se no Quadro 6.6 os resultados referentes aos valores médios obtidos, da Ventilação (m/s) à altura das janelas e na altura média das pessoas (1,60 m), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar de Eixo.

Ao analisar os valores do Quadro 6.6 verifica-se que a velocidade do ar nas duas instalações desportivas é muito reduzida, ou seja, que não existem correntes de ar que possam causar incomodidade física associada a “desconforto” para os alunos e professores. A ventilação que existe é natural, proporcionada pela abertura ou não das janelas presente, ou seja, não existe renovação de ar, nem um sistema que permita que o ar “sujo” seja libertado para fora da instalação.

Quadro 6.6– Valores médios obtidos no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro Ventilação (m/s).

VENTILAÇÃO (m/s)	AO NÍVEL DE:	
	ALTURA MÉDIA DAS PESSOAS	JANELA
PAVILHÃO	0,11	0,06
SALA DE DESPORTO	0,06	0,02

6.3.2. TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR

No Quadro 6.7 são apresentados os resultados referentes aos valores médios obtidos da Temperatura Interior e Exterior (°C), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar de Eixo.

Ao analisar o Quadro 6.7 verifica-se que o valor médio da temperatura interior no pavilhão é de 9 °C e na sala de desporto é de 11°C, valores superiores à temperatura exterior (cerca de 4 °C).

Quadro 6.7 – Valores médios obtidos no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro Temperatura (°C), temperatura exterior e interior, mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão.

TEMPERATURA (°C)	MÉDIA	INTERIOR				
	EXT.	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO
PAVILHÃO	5,0	9,1	9,3	9,3	9,4	0,1
SALA DE DESPORTO	6,3	10,6	10,7	10,7	10,9	0,1

Observa-se que as temperaturas são baixas, não sendo possível considerar que exista conforto térmico na execução das várias atividades físicas exercidas neste tipo de instalações.

Salienta-se o risco de lesões que temperaturas demasiado baixas podem implicar no início do desenvolvimento de um esforço. As condições térmicas ambientais, influenciam frequentemente o esforço físico. Temperaturas baixas poderão ainda causar problemas de circulação, tremuras, destreza e força reduzida.

Os valores recomendados pela bibliografia estudada referem que os valores de temperatura, no Inverno, nestas instalações desportivas, deverão situar-se entre os 16 °C e 19°C, para se conseguir conforto térmico na prática das atividades físicas. Valores muito acima dos obtidos nestas instalações.

6.3.3. HUMIDADE RELATIVA EXTERIOR E INTERIOR

No Quadro 6.8 são apresentados os resultados referentes aos valores médios obtidos da Humidade Relativa Interior e Exterior (%), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar de Eixo.

Quadro 6.8 – Valores médios obtidos, no pavilhão e sala de desporto, para o parâmetro Humidade Relativa (%), humidade relativa exterior e interior, mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão.

HUMIDADE RELATIVA (%)	MÉDIA	INTERIOR				
	EXT.	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO
PAVILHÃO	75	69%	69	69	82	0,5
SALA DE DESPORTO	79	71	72	72	79	0,9

Na análise ao Quadro 6.8 verifica-se que o valor médio obtido da humidade relativa interior no pavilhão foi de 69%, na sala de desporto o valor médio obtido foi 72%, valores um pouco inferiores aos valores da humidade relativa

exterior (cerca de 6%). Estes valores são considerados elevados porque se a humidade relativa é alta, o ar já contém muitas moléculas de água reduzindo a sua capacidade para aceitar mais água. Este elevado nível de humidade relativa limita a evaporação da transpiração e da perda de calor. Quando a humidade relativa do ar é a ideal, permite a evaporação do suor e a perda de calor. Níveis de humidade relativa muito elevados contribuem ainda para o crescimento e propagação de poluentes (agentes) biológicos, tais como, fungos, bolores, etc.

Conclui-se, após todas as referências e estudos apresentados, que a humidade relativa de 50% a 60% é um valor adequado como regra de conforto ambiental na execução de atividades físicas.

Estes valores de temperatura e humidade relativa são obtidos devido a não existir suficiente isolamento higrotérmico neste tipo de instalações. Com um tratamento adequado ao nível higrotérmico, através de sistemas/materiais aplicados nas paredes e cobertura destes espaços desportivos, conseguia-se atingir os valores ideais para o conforto higrotérmico nestas instalações desportivas.

6.3.4. CONFORTO GLOBAL HIGROTÉRMICO DO PARQUE DESPORTIVO ESCOLAR DE EIXO

Ao avaliar as características higrotérmicas interiores do Parque Desportivo Escolar de Eixo, verifica-se que nestas instalações desportivas não existe sistema mecânico de renovação de ar. Verificaram-se temperaturas muito baixas e humidade relativa muito elevada, o que permite referir que as instalações talvez não ofereçam o conforto térmico mínimo exigido para a execução das tarefas frequentes nestas instalações.

Na Figura 6.9 apresenta-se um exemplo de crescimento e propagação de poluentes (agentes) biológicos como fungos, bolores e outros agentes patogénicos.



Figura 6.9 – Pavilhão da EBI de Eixo, instalação com poluentes orgânicos.
[Fotografia da autora]

6.3.5. PROPOSTAS PARA A REABILITAÇÃO DO PARQUE DESPORTIVO DE EIXO

Recomenda-se que nestas instalações se instalem sistemas de ventilação de forma a conseguir suficiente introdução de ar novo e distribuição por todas as instalações. Na Figura 6.10 e Figura 6.11 apresenta-se um exemplo de um possível sistema de ventilação para este tipo de instalações.

Sugere-se ainda a colocação de cobertura térmica de forma a maximizar ou melhorar o isolamento térmico.



Figura 6.10 – Exemplo de sistema adequado de ventilação. Interior de um Pavilhão.
Foto retirada (www.fotosearch.com)



Figura 6.11 - Exemplo de sistema adequado de ventilação.
Foto retirada (www.fotosearch.com)

6.4. ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE NO PAVILHÃO E SALA DE DESPORTO

6.4.1. ILUMINAÇÃO NATURAL

Apresentam-se no Quadro 6.9 os resultados referentes aos valores médios obtidos da Iluminação Natural (lux), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar de Eixo.

Ao fazer a análise dos valores apresentados no Quadro 6.9 verifica-se alguma discrepância entre os valores mínimos e máximos. Constata-se que não existe boa distribuição interior da iluminação nas instalações desportivas. Os valores mínimos revelam insuficiente iluminação natural, e os máximos, possível encandeamento nalgumas partes da instalação. Os valores médios permitem prever a necessidade de recorrer à iluminação artificial. Se a instalação desportiva tivesse as suas superfícies transparentes melhor orientadas, talvez permitisse uma distribuição da luz mais homogénea. A definição da orientação da instalação é muito importante para evitar uma deficiente distribuição da iluminação, evitar perdas térmicas, sobreaquecimento e elevado consumo de energia elétrica.

Quadro 6.9– Valores médios obtidos no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro Iluminação Natural, mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão.

ILUMINAÇÃO NATURAL (<i>lux</i>)	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO
PAVILHÃO	46	74*	70	118	28
SALA DE DESPORTO	184	222*	223	262	34

* No pavilhão os valores da iluminação natural foram obtidos pelas 8 horas e 45 minutos

* Na sala de desporto os valores da iluminação natural foram obtidos pelas 10 horas e 20 minutos

6.4.2. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Apresenta-se no Quadro 6.10 os resultados referentes aos valores médios obtidos, da Iluminação Artificial (lux), no pavilhão e na sala de desporto existentes no Parque Desportivo Escolar de Eixo.

Ao analisar os valores médios obtidos de iluminação artificial verifica-se que no pavilhão o valor médio é de 585 lux e nas salas de desporto é de 733 lux. Nos pavilhões os valores vão de encontro às recomendações feitas anteriormente.

Na sala de desporto este valor é um pouco elevado para as atividades que se realizam neste tipo de instalações. Verifica-se que a iluminação artificial vem permitir uma melhoria ao nível da luminosidade das instalações desportivas. A iluminação artificial não deve causar fadiga aos utilizadores, originada quer pela inadequação do nível de iluminação, quer por ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e por contrastes de luminosidade que gerem encandeamento, quer ainda pela instabilidade e má qualidade de luz.

Como referido anteriormente, sugere-se que os valores considerados razoáveis para a realização da atividade física nos PDE podem situar-se entre os 400 e os 500 lux.

Quadro 6.10 – Valores médios obtidos no pavilhão e sala de desporto para o parâmetro Iluminação Artificial, mínimo, mediana, máximo e desvio-padrão.

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (<i>lux</i>)	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO
PAVILHÃO	520	585	531	720	89
SALA DE DESPORTO	606	733	691	931	124

6.4.3. CONFORTO GLOBAL DE LUMINOSIDADE DO PARQUE DESPORTIVO ESCOLAR DE EIXO

Ao avaliar as características de luminosidade interiores do Parque Desportivo Escolar de Eixo, verifica-se que estas instalações desportivas não estão bem orientadas, o que faz com que exista ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual e contrastes de luminosidade que geram encandeamento.

Na Figura 6.12 apresenta-se exemplos de contrastes de luminosidade que geram encandeamento, permitindo perceber a *má* orientação da instalação desportiva.



Figura 6.12 – Pavilhão da EBI de Eixo, exemplo de contraste de luminosidade.
[Fotografia da autora]

6.4.4. PROPOSTAS PARA A REABILITAÇÃO DO PARQUE DESPORTIVO DE EIXO

Recomenda-se que nestas instalações se faça um estudo da iluminação natural, de forma a permitir menores gastos energéticos e uma distribuição homogénea da luz por todo o recinto desportivo. Uma vez que não podemos reorientar a instalação, uma das soluções passaria por modificar a cobertura. Outra solução passava por colocar caixilharias com vidros com maior capacidade de reflexão da luz incidente ou colocar uma película translúcida (sem coloração) por trás dos vidros.

A Figura 6.13 apresenta como objetivo a atingir, um exemplo de uma boa distribuição da luz pela instalação.



Figura 6.13 – Exemplo de distribuição homogênea da luz. Interior de pavilhão (four sport scenarios in Medellín).
Foto retirada www.designyourway.net:

CONCLUSÕES

Foram apresentados os resultados obtidos no Parque Desportivo de Eixo e indicadas algumas recomendações para minimizar possíveis incomodidades. No Quadro 6.11 indicam-se os valores obtidos neste PDE e apresenta-se uma proposta de valores considerados ideais para se atingir o conforto ambiental nestas instalações.

Quadro 6.11 – Proposta de valores considerados ideais para Parques Desportivos Escolares

ÁREA	PARÂMETRO	O que foi medido PDE Eixo Pavilhões/SD	Índice de conforto global ideal (ICG = 20 Valores)
Acústica	Nível sonoro equivalente L_{Aeq} em contexto de aula	82/72	≤ 74 dB
	Nível sonoro equivalente $L_{Aeq_{rf}}$ (ruído de fundo)	39/36	≤ 40 dB
	Tempo de Reverberação (500 – 2k Hz)	5,1/2,6	[1,0 – 1,5[
	RASTI (Inteligibilidade da Palavra)	0,32/0,44	[0,9 – 1,0[Aceitável 0,50 a 0,55
Térmica	Temperatura	9,3/10,7	18 a 20 °C Inverno
Humidade	Humidade relativa	69/72	50 a 60%
Ventilação	Velocidade do ar	0,11/0,06 m/s	1,5 a 2,0 (Inverno)
			2,5 a 3,0 (Verão)
Luminosidade:	Iluminação Natural	74/222	400 a 500 lux
	Iluminação Artificial	585/733	

CONCLUSÕES

Com o objetivo de verificar as características dos Parques Desportivos Escolares (PDE) efetuou-se a análise de parâmetros acústicos, higrotérmicos e de iluminação, caracterizando-se quarenta e três pavilhões e vinte e cinco salas de desporto, num total de sessenta e oito instalações desportivas.

O presente trabalho pretendeu contribuir para a melhoria do conhecimento num tema ainda muito pouco explorado. Perante os resultados apresentados e após a análise e discussão dos dados, retiram-se as seguintes conclusões:

Com este estudo constata-se que é possível caracterizar o conforto ambiental nos Parques Desportivos Escolares ao nível acústico, térmico e de luminosidade deste tipo de espaços.

Da análise efetuada aos parâmetros acústicos verificou-se que, no parâmetro L_{Aeq} (níveis sonoros) em contexto de aula, não existem diferenças significativas entre as diferentes tipologias dos PDE (pavilhões e salas de desporto) nos diferentes parâmetros acústicos. O valor médio obtido foi de 81 dB (A) para os pavilhões nas diferentes tipologias e de 78 dB (A) nas salas de desporto. Verifica-se que independentemente da geometria, todas as tipologias têm um comportamento acústico semelhante, não existindo discrepância no que diz respeito aos valores obtidos.

Esta semelhança pode ser explicada pela utilização de materiais de construção comuns na maioria dos PDE. O valor nos pavilhões e respetivas tipologias já ultrapassa o valor de ação inferior de 80 dB (A) definido pelo Decreto-Lei n.º 182/2006, que regulamenta a exposição pessoal diária do trabalhador. Nestas instalações o conforto mínimo não é conseguido, o ruído poderá tornar-se nocivo para o professor, uma vez que este está exposto a estes níveis sonoros entre mais de seis horas.

Pode-se inferir que os níveis sonoros variam em função de mais do que uma variável: tipo de espaço desportivo e número de turmas. O aumento do número

de turmas em simultâneo no mesmo espaço desportivo origina um acréscimo nos valores de L_{Aeq} , uma vez que existe um maior número de fontes de ruído. Dos resultados obtidos não se concluiu que o tipo de modalidades praticadas pudesse influenciar os níveis sonoros registados.

Com a análise do ruído de fundo $L_{Aeq\_}(rf)$ no interior dos PDE sem ocupação, verificou-se que o valor médio global obtido para os pavilhões, foi de 44 dB (A). Nas salas de desporto o valor médio obtido foi de 40 dB (A). Nestas instalações desportivas o ruído de fundo é influenciado pelo ruído provocado pela interferência direta do ruído ambiente exterior, ruídos de tráfego, ruído dos alunos nos recintos desportivos exteriores ou outros existentes. Estes valores podem ser considerados elevados, o que parece evidenciar uma carência no isolamento da envolvente, face ao ruído proveniente do exterior.

No que concerne ao parâmetro avaliado tempo de reverberação (TR) e RASTI, verifica-se na análise aos valores reais obtidos nos pavilhões, que os valores de TR estão completamente desadequados aos valores impostos pela legislação nacional. Os PDE são muito reverberantes e a inteligibilidade da palavra é insuficiente, não proporcionando conforto e qualidade ambiental para a realização das atividades e lecionação de aulas.

Da análise efetuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação nas várias tipologias dos pavilhões, verificou-se que o valor médio máximo foi de 8,1 segundos e o mínimo obtido foi de 4,2 segundos, valores que se encontram muito acima do que a bibliografia recomenda que é de 1,5 s de decaimento. Esta situação observa-se devido ao grande volume deste tipo de instalações mas principalmente devido à pouca absorção sonora da envolvente interior que torna estes espaços muito reverberantes devido às suas superfícies muito refletoras, que propiciam elevados tempos de reverberação. Nas salas de desporto, os valores de TR são ligeiramente inferiores aos obtidos nos pavilhões, com um valor médio máximo de 4,4 segundos e um mínimo obtido de 2,5 segundos. São espaços de menores dimensões e munidos de material

de ginástica, como colchões, que se encontram normalmente encostados às paredes, funcionando como absorventes acústicos.

Na prática, o tempo de reverberação não depende unicamente do volume, pelo que havendo durante o projeto a preocupação com as condições acústicas destas instalações desportivas, pressupõe-se que estas poderão ser tratadas com materiais absorventes sonoros, permitindo assim a obtenção de valores ótimos e adequados para o local.

Na análise efetuada ao parâmetro de RASTI verificou-se que tanto os pavilhões como as salas de desporto são considerados *mediocre* no que concerne à inteligibilidade da palavra. Os pavilhões apresentam um valor médio global de 0,32 e as salas de desporto apresentam um valor médio global de 0,38. O facto de nestas instalações desportivas se apresentarem valores de RASTI tão baixos, poderá ser justificado pelo facto de estas instalações serem muito reverberantes, pois o parâmetro RASTI depende fundamentalmente da reverberação do local. A nível nacional não existem recomendações para o parâmetro RASTI, contudo existe uma tabela de conversão dos valores de RASTI, numa escala subjetiva de inteligibilidade da palavra referenciada na Norma CEI 268-16 de 1988 que estipula que valores superiores a um RASTI de 0,45, já se podem considerar uma inteligibilidade da palavra suficiente. As instalações desportivas analisadas apresentaram valores médios correspondentes a uma inteligibilidade da palavra *mediocre*, isto é, menor que 0,45.

Conclui-se assim que os parâmetros acústicos avaliados não estão adequados à legislação nacional vigente e que os PDE não oferecem conforto e qualidade ambiental para a realização das atividades e lecionação de aulas. Estas instalações desportivas precisam de sofrer correções acústicas de forma a melhorar os valores nos parâmetros estudados e minimizar possíveis incomodidades.

No que concerne aos parâmetros higrotérmicos, verifica-se que no parâmetro ventilação não existe muita variação na velocidade do ar nestes dois tipos de instalações desportivas. Depreende-se que é necessário colocar um sistema de ventilação que permita realizar renovações do ar, ou seja, colocar ar novo na instalação e distribuí-lo por todo o espaço desportivo expelindo o ar sujo para fora da instalação.

Relativamente ao parâmetro temperatura interior, verifica-se que o valor médio, tanto nos pavilhões como nas salas de desporto, é de 13°C, valor semelhante ao observado no exterior. A relação que se pode tirar desta análise é que a instalação desportiva está à mesma temperatura do exterior, quando no interior da instalação deveria existir um grau de conforto térmico maior. As condições térmicas ambientais, influenciam frequentemente o esforço físico. Fazer exercício com elevadas ou baixas temperaturas impõe uma pesada carga sobre os mecanismos que regulam a temperatura corporal. Temperaturas baixas poderão causar problemas de circulação, tremuras, destreza e força reduzida.

No que diz respeito ao parâmetro humidade relativa, verificou-se que estes valores são elevados. Nos pavilhões o valor médio obtido foi de 71% e nas salas de desporto foi de 72%, valores semelhantes ao observado no exterior.

Estes valores de temperatura e humidade relativa são obtidos devido a não existir suficiente isolamento térmico neste tipo de instalações e ventilação adequada. Com um tratamento adequado ao nível térmico, através de isolamento ou material térmico/acústico aplicado nas paredes e cobertura destes espaços desportivos, conseguiam-se atingir os valores ideais para o conforto térmico.

Desta análise constata-se que dos parâmetros higrotérmicos avaliados a ventilação apresenta valores adequados de velocidade do ar, no entanto, a falta de renovação de ar pode originar problemas na sua qualidade. A temperatura e a humidade relativa interior não estão adequadas à legislação

nacional vigente, não oferecendo conforto higrotérmico para a realização das atividades e lecionação de aulas.

No parâmetro iluminação verificou-se que os níveis de iluminação natural são insuficientes ou geram encandeamento, não existindo uma distribuição uniforme por toda a instalação desportiva. Para colmatar esta falha é necessário recorrer à iluminação artificial, aumentando o gasto energético da instalação. O ideal seria ter feito um estudo pormenorizado da orientação da instalação de forma a maximizar a distribuição da luz natural e evitar gastos energéticos e consequentes perdas térmicas, antes de se proceder à sua construção.

Apresentadas as principais conclusões dos valores obtidos para cada parâmetro avaliado indica-se no Quadro 6.12 a percentagem de Parques Desportivos Escolares em não cumprimento dos limites de zona adequada.

Quadro 6.12 – Quadro resumo da percentagem dos Parques Desportivos Escolares em não cumprimento

PARQUES DESPORTIVOS ESCOLARES (AMOSTRA: 68 instalações)		
Parâmetros	Limites de Zona Adequada	Percentagem de instalações em Não Cumprimento
L_{Aeq} (contexto de aula)	≤ 80 dB	47%
L_{Aeq_rf} (ruído de fundo)	≤ 40 dB	56%
Tempo de Reverberação	Entre 1,0 e 1,5 s	100%
RASTI	$\geq 0,45$	96%
Ventilação	≤ 2 m/s	0%
Temperatura interior	18 – 20 °C	96%
Humidade Relativa interior	50 - 60%	82%
Iluminação Natural	400 a 500 lux	90%
Iluminação Artificial	400 a 500 lux	84%

Foi efetuado um inquérito, com o objetivo de verificar qual a percepção que os professores de Educação Física tinham relativamente ao conforto e qualidade ambiental nas instalações desportivas escolares onde lecionam.

Conclui-se que o estudo social criado permitiu detetar incomodidades (do ruído, térmicas, luminosidade, etc.) e a sua origem, sentidas ou percebidas pelos inquiridos, resultante das próprias aulas, estrutura do local ou influência do exterior.

Os resultados obtidos da aplicação deste inquérito sobre uma amostra de 293 professores de Educação Física, permitiu verificar que existe relação entre os resultados das respostas dos inquiridos e os dados efetivos obtidos nas instalações desportivas.

Efetivamente, os dados obtidos da percepção dos professores relativamente à qualidade e conforto no seu local de trabalho, tiveram uma elevada relação com os valores reais medidos, principalmente ao nível da acústica, temperatura e humidade relativa.

Adicionalmente ao inquérito social elaborado foi também definido um Índice de Conforto Global (ICG). Este ICG permitiu classificar e comparar os PDE.

Conclui-se que os PDE avaliados são considerados *mediócrs* ou *suficientes*, ou seja, apresentam pouco conforto para a prática da atividade física e lecionação de aulas de Educação Física.

Tendo em conta todas as lacunas detetadas ao longo deste estudo, considera-se pertinente sugerir valores que possam ser considerados ideais para os parâmetros estudados referentes aos PDE (Ver Quadros 1.11 e 6.11)

Por último, importa referir que os valores acima definidos, em conjunto com a definição do Índice de Conforto Global e o estudo social criado, poderão ser contributos importantes para a melhoria das condições de trabalho dos profissionais de Educação Física e de todos os utilizadores dos PDE.

DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Os conceitos de Conforto e Qualidade estarão presentes de uma forma cada vez mais premente na nossa sociedade. A exigência e o reconhecimento destes dois conceitos em diversas áreas como o desporto, serviços ou outras que lidem diariamente com utilizadores serão cada vez mais importantes.

Considera-se que este estudo deu um passo importante neste âmbito, nomeadamente na área do conforto e qualidade para instalações desportivas.

Futuramente, em estudos semelhantes, sugere-se:

- Alargar a amostra aumentando o número de Parques Desportivos Escolares, efetuando mais avaliações, ou seja, avaliar todos os Parques Desportivos Escolares existentes em Portugal.
- Efetuar avaliações em outras áreas de análise, tais como, pavimentos, acessibilidades e segurança geral.
- Efetuar avaliações de parâmetros específicos mantendo constantes, sempre que possível, outros parâmetros que neste estudo se revelaram correlacionados (Exemplo: para relacionar o L_{Aeq} com a modalidade avaliar sempre com o mesmo número de turmas e na mesma tipologia; para relacionar o L_{Aeq} com os parâmetros geométricos avaliar sempre com o mesmo número de turmas e a mesma modalidade).
- Será também importante alargar este estudo, a outros compartimentos dos PDE com funcionalidades muito específicas, como por exemplo, os balneários e vestiários.
- Efetuar avaliações de outros parâmetros acústicos objetivos, nomeadamente Índice de isolamento sonoro padronizado entre os diferentes compartimentos, a ruídos aéreos ($D_{nT,w}$), a ruídos de percussão ($L'_{nT,w}$) e também caracterizar o isolamento sonoro padronizado com o exterior dos espaços desportivos ($D_{2m,nT,w}$).
- Seria útil estudar a influência e a interferência do ruído proveniente dos locais adjacentes aos espaços desportivos.

- Efetuar a avaliação da capacidade auditiva dos Professores de Educação Física (estudos audiométricos).
- Verificar o tipo de problemas de saúde que os Professores de Educação Física possam vir a ter devido às condições de trabalho a que estão sujeitos.
- Realizar um estudo que permita a validação do inquérito aplicado neste trabalho.
- Promover uma atualização regular (anual) de Censo Nacional de Instalações Desportivas como ferramenta útil para avaliar a evolução do sistema desportivo, a qualidade da prática desportiva e o conforto das instalações desportivas.

E por fim, analisar os novos Parques Desportivos Escolares intervencionados pela Parque Escolar E.P.E. (Entidade Pública Empresarial).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allard, F. (Ed.). (1998). *Natural ventilation in buildings. A design handbook*. James & James. London.

Albretch, K. & Bradford, L.J. (1992). *Serviços com qualidade. A vantagem competitiva*. São Paulo: Makron Books.

American College of Sports Medicine. Consult. 25 de Outubro de 2010, disponível em www.acsm.org

ASHRAE (1995). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. *ASHRAE Handbook*.

ASHRAE (1999). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, Standard 62, Atlanta.

Associação Portuguesa de Certificação (2003). Norma Portuguesa EN ISO 8402.

Barreira, C. & Carvalho, A.P.O. (2005). Caracterização do conforto ambiental em Centros de Condição Física. *Revista Portuguesa de Gestão de Desporto*, 2 (1), 75–83.

Barreira, C. & Carvalho, A.P.O. (2006). Qualidade e conforto em instalações desportivas. Estudo de caso. *Revista Portuguesa de Gestão de Desporto*, 3(1), 104-116.

Barreira, C. (2003). Parâmetros de Qualidade e Conforto Ambiental em Centros de Condição Física. FCDEFUP.

Brady, M. & Cronin, J. (2001). Some new thoughts on conceptualizing perceived service quality: A hierarchical approach. *Journal of Marketing*, 65, 34-49.

Bento, J. O. (2005). Para um país desportivo. *Congresso do Desporto*. Universidade do Porto.

Bruel & Kjaer (1988). *Basic Concepts of Sound*. Bruel & Kjaer Sound and Vibration Measurement A/S.

Câmara Municipal de Oeiras (Ed.). *Actas do Congresso Europeu de Desporto para Todos*.

Carvalho, A.P. & Vidal, D. (2008). *Metodologia Multi-Critério para Análise da Qualidade Acústica em Salas de Audiência de Tribunais*. FEUP.

Carvalho, A.P. & Loureiro, J. (2008). *Metodologia Multi-Critério para Análise da Qualidade Acústica em Igrejas*. FEUP.

Cartieaux, E., Rzepka, M., Cuny, D. Qualité de l'air à l'intérieur des écoles. Consult. 3 de Agosto de 2011, disponível em www.sciencedirect.com

Chelladurai, P. & Chang, K. (2000). Targets and Standards of Quality in Sport Services. *Sport Management Review*, 3, 1-22.

Círculo de Leitores (2009). *Larousse Enciclopédia Moderna*. Edição n.º 6903.

Conceito de Percepção. Consult. 19 Setembro 2010, disponível em [http://www.infopedia.pt/\\$percepcao](http://www.infopedia.pt/$percepcao)

Conceição, R. (2009). *Os Professores de Educação Física – Exposição ocupacional ao ruído e avaliação da capacidade auditiva*. Porto: R. Conceição. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Copeland, B. & Franks, B. (1991). *Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance*. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. Volume 31, nº1. Minerva Medica.

Correia, A. (2000). A Qualidade como Factor Estratégico nos Serviços de Desporto. In Correia, A.; Costa, C.; Mamede, P.; Sacavém A. (Eds.), *Serviços de qualidade no Desporto - Piscinas, Polidesportivos, e ginásios*. Ministério da Juventude e do Desporto, Centro de Estudos e Formação Desportiva. Lisboa.

Costa, E. (1974). *Física Aplicada à Construção – Conforto Térmico*. 3ª Edição revista e ampliada. São Paulo. Blucher.

Coulthard, L.J.M. (2004). Measuring service quality – a review and critique of research using SERVQUAL. *International Journal of Market Research*, vol. 46 nº4, 479-497.

Cox, J. & Dale, B.G. (2001). *Managing Service Quality*. Conceptual Paper.

Crandell, C. e Smaldino, J. (2000). Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*. Vol. 31 362-370.

Cramér, S. (2002). *APIRAC*. Consult. 27 de Outubro de 2010, disponível em www.apirac.pt

Crespo, J. (1991). Perspectivas de espaços para a prática de Desporto para todos. In Câmara Municipal de Oeiras (Ed.). *Actas do Congresso Europeu de Desporto para Todos*, pp.25.

Croome, D., Awbi, H., Biró, Zs., Kochhar, N., Williams, M. (2006). Ventilation rates schools. *Building and Environment*, 43, 362-367.

Constantino, J. (2006). *Desporto, Geometria de Equívocos*. Livros Horizonte.

Cronin, J. & Taylor, S. (1992). Measuring service quality: a re-examination and extension. *Journal of Marketing*, 56, 55-68.

Cruz, C. & Carvalho, Ó. (1994). *Qualidade – uma filosofia de gestão*. Texto Editora. Lisboa.

Cruz J.F., Machado, B. & Mota, M.P. (1996). Efeitos e benefícios psicológicos do exercício e da actividade física in José Fernando Cruz (Ed), *Manual de psicologia do desporto* (Pág. 91-116). Braga: Sistemas humanos e organizacionais.

Cunha, L.M. (2007). *Os Espaços do Desporto. Uma gestão para o Desenvolvimento Humano*. Almedina.

Dabholkar, P., Thorpe, D.I., & Rentz, J.O. (1996). A measure of service quality for retail stores. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 24 (1), 3-16.

Deming, W.E. (1982). *Quality, Productivity and Competitive Position*.

Daisey, J., Angell, W., Apte, M. (2003). Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. *Indoor Air*, 13, 53-64.

Decreto-Lei nº 317/97 de 25 de Novembro. *Regime de instalação e funcionamento das instalações desportivas de uso público*.

Decreto-Lei nº 80/2006. *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*.

Decreto-Lei nº 163/2006 de 08 de Agosto. *Definição das condições de acessibilidades*.

Decreto-Lei n.º 141/2009 de 16 de Junho. *Regime de instalação e funcionamento das instalações desportivas de uso público*.

Dias, J.L. (1999). Os problemas de saúde dos portugueses. Comunicação apresentada no 1º congresso nacional de educação para a saúde. Universidade do Minho, Braga: departamento de metodologias da educação do instituto de educação e psicologia.

Dicionários Editora (1998). *Dicionário da Língua Portuguesa* (8ª ed.). Porto Editora.

Divisão de Estudos e Equipamentos Educativos do Ministério da Educação (2005). Programas para a concepção e projecto de Instalações Escolares para Educação Física. Secretaria Geral da Educação. Ministério da Educação.

El-Kadi, A. e Fanny, M. (2003). Architectural designs and thermal performances of school sports-halls. *Applied Energy*, 76, 289-303.

Feigenbaum, A.V. (1983). *Total Quality Control*. McGraw-Hill.

Fernando A., Guillermo O., Luis O., & José G. (1997). *Manuales de Gestión de Centros Deportivos 2. La funcionalidad y el coste de los equipamientos deportivos*. Consejo Superior de Deportes.

Fried, G. (2005). *Managing sport facilities*. Human Kinetics.

Frota e Schiffer (2001). *Manual de conforto térmico* (5ª ed.). Studio Nobel. São Paulo.

Garcia, R. (2005). Para uma fundamentação antropológica do desporto e da educação física. *Cultura, Ciencia e Deporte*, 2 (1), 94-101.

Gerges, S.N.Y. (1992). *Ruído: fundamentos e controle*. 1ª Ed. Florianópolis.

Guyton, A. (1992). *Tratado de Fisiologia Médica*. 8ª Edição. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro.

Hamayon, L. (2006). *Réussir L'Acoustique D'un Bâtiment* (2ª ed.). Paris: Le Moniteur.

Hayakawa, Y., Miki, H., Takada, K. & Tanaka, K. (2000). *Effects of music on mood during bench stepping exercise*. Perceptual and motor skills. Volume 90, nº1.

IAKS (s/d). Planning Guidelines for sporthalls – Halls for Gymnastics and Games. Recommendations for planning and building.

Instituto de Biomecânica de Valencia, Julho, 2009. Guía para el autocontrol de la seguridad en instalaciones deportivas. Kirolarte. Gipuzkoako Foru Aldundia, Diputación Foral de Gipuzkoa.

Instituto do Desporto de Portugal. Consult. 8 de Setembro de 2010, disponível em www.idesporto.pt

Instituto para La Diversificación y Ahorro de la Energía. Consult. 20 Setembro 2010, disponível em www.idae.es

International Electrotechnical Commission (2003). Norma nº 60268 – 16.

Isbert, A. (1998). Diseño acústico de espácios de uso comunitario, de uso desportivo y de salas de conferencias/aulas. *Diseno acústico de espacios arquitectónicos*. Universitat Politecnica de Catalunya.

Juran, J. (1995). *Juran Planeamento para a Qualidade*. São Paulo: Pioneira.

Komniski, T. & Watzlawick, L. (2007). Problemas causados pelo ruído no ambiente de trabalho. *Revista Eletrônica Lato Sensu*, Ano 2, n.º 1, 1-16. Consult. 14 Set 2011, disponível em <http://www.unicentro.br>.

Koran, N. & Oliva, G. (1996). *Bring your earplugs: loud aerobics music may be hazardous to your hearing*. Consult. 15 de Outubro de 2010, disponível em www.gohear.org

Kouthoris, C. & Alexander K. (2005). Can Service Quality Predict Customer Satisfaction and Behavioral Intentions In the Sport Tourism Industry? An Application of the Servqual Model in an Outdoors Setting. *Journal of Sport & Tourism*, 101-111.

Laboratório Nacional de Engenharia Civil (1986). *Edifícios Desportivos: Soluções Construtivas*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Relatório 206/86.

Landeira, F. (2004). Prestações de serviço de âmbito desportivo: os ginásios e health clubs. *Desporto & Direito - Revista Jurídica do Desporto*, nº 4:47-60. Coimbra Editora. *Langdon Wilson Architecture*. Consult. 18 Setembro 2010, disponível em www.langdonwilson.com

Leão, A. (1994). *Acústica de Edifícios. Recomendações técnico-práticas para a concepção de Edifícios Escolares e de Habitação*. Dissertação de Mestrado. FEUP. Gabinete de Construções Cívicas.

Linden, J. e Guimarães, L. (2004). O conceito de conforto a partir da opinião de especialistas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, Brasil.

Maia, M. (2007). *Qualidade de Serviços Desportivos: Validação e Desenvolvimento de um Escala de Qualidade para Serviços Desportivos de Aventura*. Dissertação de Mestrado – FADEUP.

Maia, M. & Quaresma, L. (2003). *A qualidade de serviços desportivos como factor estratégico*. Departamento de Desporto. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Associação Portuguesa de Gestão de Desporto.

Mapa adaptado. Consult. 19 Agosto 2010, disponível em <http://www.fisicohomepage.hpg.ig.com.br/dist-aveiro.htm>

Matos, Z. (1991). Educação Física na Escola primária. In Botelho, Gomes & Matos, Z. (Eds.), *A importância da E.F no 1º ciclo do ensino básico* (pág.16-29). Porto: FCDEF, Universidade do Porto & Câmara Municipal do Porto.

Matos, Z. & Graça A. (1988). Criação de hábitos de actividade física regular: um objectivo central da E.F. In Jorge Bento & António Marques (Eds), *Actas das Jornadas Científicas sobre desporto, saúde e bem-estar* (pág 311-317). FCDEF, Universidade do Porto.

Ministério do Ambiente. (2006). *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*. Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril. Diário da República, 1ª série-A, nº67.

Ministério do Ambiente. (2008). *Regulamento dos requisitos acústicos dos edifícios*. Decreto-Lei nº 96/2008 de 8 de Agosto. Diário da República, 1ª série, nº110.

Ministério da Economia e da Inovação (2008). Norma Portuguesa n.º 4476. *Acústica - Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio - acústicos*. Instituto Português da Qualidade.

Ministério da Educação, Direcção-Geral dos Desportos (1988). *Atlas Desportivo Nacional. Carta das Instalações Desportivas Artificiais. Classificação e Tipificação*. Volume 1.

Ministério do Trabalho. (2006). *Exposição ao ruído em locais de trabalho*. Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro. Diário da República, 1ª série, nº172.

Monteiro, C. (2003). *Caracterização acústica de salas de audiências de tribunais*. FEUP.

Mota, Jorge (2001). Actividade física e lazer-contextos actuais e ideias futuras. *Revista de Ciências do Desporto*, 1 (1), 124-129.

Mussi, Fernanda Carneiro (1996). Conforto: Revisão de Literatura. *Revista Esc. Enf. USP*, v.30, n.º 2, p. 254-66.

Neto C., Câmara, M., Rocha, G. (2002). Relação da percepção do conforto ambiental com a incidência de dores em fisioterapeutas que atuam na área de neuro-pediatria: um estudo de caso. *XXII Encontro Nacional da Engenharia de Produção*. Curitiba.

Nijs, L. & Schuur, A. (2003). Expressing legal demands in acoustical quantities; is the reverberation time a good predictor for the speech intelligibility in a sports hall? In J. Carmeliet, H. Hens, G. Vermeir (eds.), *Research in Building Physics*. pp. 879-888.

Norma Francesa, P 90 – 207. Outubro 1986. *Salles sportives – Acoustique*.

Papadimitriou, D. & Karaterolis, K. (2000). The service quality expectations in private sport and fitness centers: A re-examination of the factor structure. *Sport Marketing Quaterly*, 9 (3), 157-164.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. & Berry, L. (1988). SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Marketing*, 49, 41-50.

Pierón, M. (1998). *A actividade física e saúde. Um desafio para os profissionais de educação física*. In L. Rocha & J.Barata (Eds), *A educação para a saúde*. Pág. 41-80). Lisboa: Omniserviços.

Pinto, Beatriz M. & Matos, A. (2002). *Dançando a coreografia da “perda da audição”*. Trabalho realizado no âmbito da disciplina de Seminário de Construções 2. FEUP.

Pires, A. & Santos, A. (1996). *Satisfação de Clientes – um objectivo estratégico da gestão*. Lisboa: Texto Editora.

Pires, G. (1989). *A Estrutura e a Política Desportivas: O Caso Português*. Tese de Doutoramento da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa.

Pires, G. (1993). Autarquias e Planeamento Democrático. *Horizonte*, X (56), 63-73.

Potteiger, J., Schroeder, J. & Goff, K. (2000). *Influence of music on ratings of perceived exertion during 20 minutes of moderate intensity exercise*. Perceptual and motor skills. Volume 91, nº2.

Rheingantz, Paulo Afonso (2001). *Uma pequena digressão sobre conforto ambiental e qualidade de vida nos centros urbanos*. Publicado em *Cidade & Ambiente*. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Vol. 1 n.º 22 (Jan/Jun), pag. 35-58.

Ringdahl, L. (2002). *Noise Aerobics*. Consult. 20 de Outubro de 2010, disponível em www.exercise.primavi.com

Rodrigues, P. e Branco, João. (2006). A análise de componentes principais sobre dados dependentes. www.spe2006.ubi.pt

Rodriguez M., Arce C., Seoane G. & Sabucedo J. (1996). Cuestionario para la evaluación de edificios. Universidad de Santiago de Compostela. *Psicothema*. Vol. 8, n.º 2, pp. 411-418.

Rodriguez, M.S. (1993). Evaluación en entornos de edificios: una estructura multidimensional. In S. Barriga & J.M. León (Eds.). *Aspectos psicosociales del ambiente, la conducta deportiva y el fenómeno turístico* (pp. 37-46). Sevilla: Eudema.

Rodriguez, M.S. (1994). *El edificio desde la perspectiva del usuário. Identificación de factores evaluativos por medio de técnicas estadísticas multivariantes*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Santiago de Compostela.

Romo, G. (2007). *El gestor deportivo y las instalaciones deportivas*. Consideraciones sobre salas grandes y pequeñas. INDE Publicaciones.

Ryan, S. (2009a). The effects of a sound-field amplification systems, on management time in middle school physical education settings. *Journal of Language, Speech, and Hearing, Services in Schools*, 40 (2), 131-137.

Ryan, S. (2009b). Can your students hear you? *Florida Journal of Health, Physical Education, Recreation, Dance, & Driver Education*, 47 (1), 26-27.

Sancho, J. (2007). *El gestor deportivo y las instalaciones deportivas. "Consideraciones sociales en torno a las instalaciones deportivas"*. INDE Publicaciones.

Saraiva, A. (1987). *Apreciação das características acústicas de locais destinados à Educação Física*. Antologia de textos Desporto e Sociedade. Ministério Educação e Cultura, Direcção Geral dos Desportos.

Sarmiento J. (2001). *Sebenta de apoio à cadeira de Organização e Gestão Desportiva – Planificação de Instalações Desportivas*. FADEUP.

Sarmiento, P., Ferreira, V., Ripoll, G. & Coelho, J. (2001). *Carta Desportiva Municipal do Porto*. Pelouro de Fomento Desportivo.

Sarmiento, P., Pinto, A. & Coelho, J. (2005). *Atlas Desportivo Municipal de Vila Nova de Gaia*. GaiaAnima & FADEUP.

Sarmiento, Pedro (2011). Programa Nacional de Formação de Treinadores. Unidade de formação: gestão desportiva, grau de formação 3. Instituto do desporto de Portugal (IDP).

Servei D'Equipaments Esportius (1996). "Instal·lacions esportives i àrees d'activitat esportiva". *Full Tècnic*, 2.

Telama, R. (1998). A saúde e o estilo de vida activo dos jovens. In L. Rocha & J.Barata (Eds), *A educação para a saúde* (pp. 135-151). Lisboa: Omniserviços.

Teruelo, Boni (2002). *A qualidade nos serviços desportivos*. 1ª Jornadas Internacionais de Desporto.

Romo, G. (2007). *El gestor deportivo y las instalaciones deportivas. "Los lugares de práctica, los equipamientos deportivos y sus espacios: terminología básica y clasificaciones. INDE Publicaciones.*

Vargas-Aragón, L. & Hernández-Marín, J. (2002). *Practical Applications of science: a critical look at music in fitness.* Health & Fitness. Volume 6, nº6.

Vischer, J. (2004). *Revaluing construction: building users' perspective.* School of Industrial Design. University of Montreal.

Vischer, J (2007). *The concept of environmental comfort in workplace performance.* Ambiente Construído, Porto Alegre, V. 7, n.º1, p. 21-34, Jan./Mar.

Zeithalm, V.A. (1988). Consumer perceptions of price, quality and value: a means-end model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing*, 52, 2-22.

Zimring, C.M. (1990). Evaluation of design environments: methods for post-occupancy evaluation. In R.B. Betchel, R.W. Marans y W. Michelson (Eds.). *Methods in Environmental research* (pp.270-300). New York: Van Nostrand Reinhold.

Zimring, C.M. & Reizenstein, J. (1980). Post-occupancy evaluation. An overview. *Environmental and Behavior*, 12, 429-450.

Wallis, A. (1986). *O Ruído das Actividades de Lazer.* Ministério da Educação e Cultura, Direcção Geral dos Desportos, Lisboa.

Willmore, J. & Costill, D. (2001). *Regulación térmica y ejercicio.* Fisiología del esfuerzo y del deporte. 4ª Edição. Human Kinetics Publishers.

Wróblewska, D. (2010). Acoustical Standards Used in Design of School Spaces. *Acoustic Biomedical Engineering*. 118 (1), 186-189.

Yang, W., Sohn, J. ,Kim, J., Son, B., P, J. (2009). Indoor air quality investigation according to age of the school buildings in Korea. *Journal Environmental Management*. 90, 348-354.

Zamarreño, T., Álvarez, L., Barroso, J.R., Galindo, M., Girón, S. (2011). Acústica de una pista polideportiva multiusos com cubierta en membrana textil tensionada. Comunicação apresentada no 42º Congreso Español de Acústica. *Encuentro Ibérico de Acústica . European Symposium on Environmental Acoustics and Buildings Acoustically Sustainable*. TecniAcústica, Cáceres.

ANEXO 1

Ex^{mo}. (a). Senhor(a)

Presidente do Conselho Executivo

9/12/2008

ASSUNTO: **PEDIDO DE AVALIAÇÃO DE CONFORTO AMBIENTAL EM
PAVILHÕES DESPORTIVOS ESCOLARES**

Serve a presente para solicitar a V. Ex.^a autorização/colaboração para execução de um conjunto de avaliações/medições relativos ao meu Programa de Doutoramento em Ciências do Desporto, com o apoio directo do Ministério da Educação (através da concessão de Licença Sabática para este estudo) e da Universidade do Porto através das Faculdades de Desporto e de Engenharia.

O tema do trabalho é a “Qualidade e conforto ambiental na planificação construtiva, gestão e utilização de Parques Desportivos Escolares”, que eu Carla Cristina da Silva Barreira (professora do quadro de nomeação definitiva, do grupo 620, Educação Física, actualmente com concessão de Licença Sabática), irei desenvolver.

Assim venho por este meio, solicitar a Vossa Excelência autorização para aplicar um plano de acção nesta escola. Este plano de acção visa, inicialmente, realizar estudos (inquéritos escritos) de modo a medir a percepção subjectiva dos utentes relativamente aos parâmetros de qualidade e conforto ambiental, através de questionários dirigidos aos gestores, professores e auxiliares da acção educativa. Este questionário pretende analisar as condições de conforto ambiental nos Pavilhões Desportivos Escolares (ruído, temperatura, humidade, pisos, etc.).

Será também realizada uma análise, avaliação e comparação objectiva das instalações desportivas da escola (por medições *in situ*), usando um conjunto de parâmetros de qualidade para caracterização dos aspectos mais significativos do conforto ambiental destes locais. Os parâmetros usados irão ser os seguintes: nível sonoro, tempo de reverberação, temperatura; humidade relativa; ventilação; iluminação artificial; insolação; tipos de pisos e acessibilidades. Desta análise obter-se-á uma caracterização do pavilhão face ao seu desempenho de conforto ambiental.

O objectivo principal deste trabalho é definir um método multicritério para analisar e caracterizar o conforto global da instalação desportiva.

Após esta análise, o objectivo é detectar possíveis carências e inadequação de materiais que revelam pouca qualidade e conforto ambiental dos alunos e professores na execução das suas actividades, provocando diminuição no rendimento e aumentando ou criando problemas ao nível da saúde.

Finalmente, será propósito deste trabalho, tentar colmatar ou minimizar essas carências na instalação desportiva escolar, reabilitando ou corrigindo de acordo com os parâmetros definidos, executando um guião de conforto em Pavilhões Desportivos Escolares.

Este plano de acção terá de ser aplicado este ano lectivo, segundo a Portaria n.º 350/2008 de 5 de Março, de forma a poder desenvolver o trabalho científico que proponho para doutoramento, respondendo às exigências do Ministério da Educação. Pretendo que seja, também, uma forma de responder às exigências de um Ensino de mudança e de futuro, que implica a formação de profissionais adaptados às necessidades emergentes do nosso tempo.

Posto isto, pretendia sensibilizar Vossa Excelência, para o rigor deste trabalho, de forma a poder aplicar este plano de acção nesta escola. A aplicação deste plano de acção será realizada nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2009, em horário em que as instalações desportivas estejam com lotação completa.

Confiante no acolhimento favorável ao m/ pedido, apresento os meus melhores cumprimentos.

Carla Cristina da Silva Barreira (964478640, carlabnq@gmail.com)

Grata pela atenção

Carla Cristina da Silva Barreira

ANEXO 2

**FICHA DE AVALIAÇÃO DE CONFORTO E QUALIDADE AMBIENTAL EM PAVILHÕES DESPORTIVOS
ESCOLARES**

ESCOLA: _____			
CONCELHO: _____		DATA: ____/____/____ HORA: ____. ____	
TIPO	DE	INSTALAÇÃO	DESPORTIVA:

PAVILHÃO

LEGENDA: A₁ A₂ A₃ - Pontos de acústica (3 momentos de 5 minutos em 3 pontos diferentes).

VS₁ VS₂ VS₃ – Pontos de ventilação à distância de aproximadamente 1,60m do solo.

VJ₁ VJ₂ VJ₃ - Pontos de ventilação à distância máxima do aparelho, junto às janelas.

T₁ T₂ T₃ T₄ T₅ - Pontos de temperatura (1 m de distância dos 4 cantos da linha do campo, para dentro e no meio-campo).

H₁ H₂ H₃ H₄ H₅ - Pontos de humidade relativa (1 m de distância dos 4 cantos da linha do campo, para dentro e no meio-campo).

Temperatura no Exterior:					
Temperatura no Interior:		Mínima:	Máxima:		
1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4ºPONTO	5ºPONTO	MÉDIA
°C	°C	°C	°C	°C	°C
Classificação:					
Observações:					

HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%)

Humidade Relativa no Exterior:					
Humidade Relativa no Interior:		Mínima:		Máxima:	
1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4ºPONTO	5ºPONTO	MÉDIA
%	%	%	%	%	%
Classificação:					
Observações:					

ILUMINAÇÃO

a) Iluminação Artificial (Lux)

1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4ºPONTO	5ºPONTO	MÉDIA	Min.	Máx.	Δ
Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
Classificação:								
Observações:								

b)Iluminação Natural (Lux)

HORA DA MEDIÇÃO:								
1º PONTO	2º PONTO	3º PONTO	4ºPONTO	5ºPONTO	MÉDIA	Min.	Máx.	Δ
Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux

$I_A - I_N =$ Lux

b)Iluminação Natural (continuação)

Características	Classificação	Valores
Boa orientação e repartição regular da luz ☐ Não existe ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual ☐ Não cria fadiga visual nos utentes ☐ Não existem contrastes de luminosidade que gerem encadeamento ☐	Boas condições de iluminação natural	20
Razoável orientação e repartição regular da luz ☐ Pouca ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual ☐ Cria alguma fadiga visual nos utentes ☐ Existem poucos contrastes de luminosidade que gerem encadeamento ☐	Médias condições de iluminação natural	15
Má orientação e repartição regular da luz ☐ Ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual ☐ Cria fadiga visual nos utentes ☐ Muitos contrastes de luminosidade que gerem encadeamento ☐	Más condições de iluminação natural	5
Sem iluminação natural (Insolação) ☐	Péssimo	0

Classificação:
Observações:

PAVIMENTO DESPORTIVO (revestimento)

Características	Classificação	Valores
Classificação:		
Observações:		

ACESSIBILIDADES

Características	Valores
Não existem obstáculos no acesso e movimentação ☐	1 ponto
Largura dos corredores adequada ☐	1 ponto
Possui rampas de acesso à instalação desportiva ☐	1 ponto
Possui lugares destinados a deficientes ☐	1 ponto
Instalações sanitárias próprias para deficientes ☐	1 ponto
Classificação:	
Observações:	

GINÁSIO

1º PONTO (solo)	2º PONTO (solo)	3º PONTO (solo)	1º PONTO (janela)	2º PONTO (janela)	3º PONTO (janela)	MÉDIA		Δ
						SOLO	JANELA	
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s			
Classificação:								

Observações:

TEMPERATURA INTERIOR (°C)

Temperatura no Exterior:					
Temperatura no Interior:		Mínima:	Máxima:		
1° PONTO	2° PONTO	3° PONTO	4°PONTO	5°PONTO	MÉDIA
°C	°C	°C	°C	°C	°C
Classificação:					
Observações:					

HUMIDADE RELATIVA INTERIOR (%)

Humidade Relativa no Exterior:					
Humidade Relativa no Interior:		Mínima:	Máxima:		
1° PONTO	2° PONTO	3° PONTO	4°PONTO	5°PONTO	MÉDIA
%	%	%	%	%	%
Classificação:					
Observações:					

ILUMINAÇÃO

a) Iluminação Artificial (Lux)

1° PONTO	2° PONTO	3° PONTO	4°PONTO	5°PONTO	MÉDIA	Min.	Máx.	Δ
Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux
Classificação:								
Observações:								

b)Iluminação Natural (Lux)

HORA DA MEDIÇÃO:								
1° PONTO	2° PONTO	3° PONTO	4°PONTO	5°PONTO	MÉDIA	Min.	Máx.	Δ
Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux	Lux

$I_A - I_N =$ Lux

b)Iluminação Natural (continuação)

Características	Classificação	Valores
Boa orientação e repartição regular da luz ☐ Não existe ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual ☐	Boas condições de iluminação natural	20

Não cria fadiga visual nos utentes	☐		
Não existem contrastes de luminosidade que gerem encadeamento	☐		
Razoável orientação e repartição regular da luz	☐	Médias condições de iluminação natural	15
Pouca ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual	☐		
Cria alguma fadiga visual nos utentes	☐		
Existem poucos contrastes de luminosidade que gerem encadeamento	☐		
Má orientação e repartição regular da luz	☐	Más condições de iluminação natural	5
Ultrapassagem dos níveis máximos de tolerância visual	☐		
Cria fadiga visual nos utentes	☐		
Muitos contrastes de luminosidade que gerem encadeamento	☐		
Sem iluminação natural (Insolação)	☐	Péssimo	0
Classificação:			
Observações:			

PAVIMENTO DESPORTIVO (revestimento)

Características	Classificação	Valores
Classificação:		
Observações:		

ANEXO 3

**INQUÉRITO SOBRE O CONFORTO E A QUALIDADE AMBIENTAL
EM PAVILHÕES DESPORTIVOS ESCOLARES**

Este inquérito visa a recolha de dados para um estudo integrado num programa de Doutoramento em Ciências do Desporto, com o apoio directo do Ministério da Educação. Pretende analisar a percepção da qualidade e do conforto ambiental nos Pavilhões Desportivos Escolares (ruído, temperatura, humidade, pisos, etc.).

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

N.º DE INQUIRIDO

Escola

Concelho _____

Distrito

Função: Professo☐ Director/Coordenador da Instalação Desportiva ☐

Idade: 20-29 ☐

Sexo: F ☐ M ☐

30-39 ☐

40-49 ☐

50-59 ☐

≥ 60 ☐

Há quanto tempo exerce funções (docentes ou de director/coordenador) **nesta escola?**

≤ 1 ☐ ano

2 - 5 ☐ anos

≥ 6 ☐ anos

Número de anos que exerce funções nesta profissão, desde o **início de carreira** (docentes ou de director/coordenador)?

≤ 5 ☐ anos 6-10 ☐ anos 11-20 ☐ anos ☐ 21 anos

Quantas horas trabalha **por dia**, em média, **nesta** instalação desportiva?

Menos de 4 horas ☐

Entre 4 e 6 horas ☐

Entre 6 e 8 horas ☐

Mais de 8 horas ☐

QUALIDADE E CONFORTO AMBIENTAL

(selecione **uma só opção**, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

1. Tomando em consideração as **condições ambientais** da instalação desportiva onde lecciona, indique em que medida sente “desconforto”, por essas condições.

**Absolutamente
nada**

Ligeiramente

Moderadamente

Muito

Extremamente

2. Indique se no final de um dia de trabalho, se considera mais exausto(a) devido às **condições ambientais** da instalação desportiva onde lecciona.

**Absolutamente
nada**

Ligeiramente

Moderadamente

Muito

Extremamente

3. De acordo com a sua percepção ideal de conforto e seu grau de importância para a qualidade global do espaço, atribua um valor de 1 a 7, a cada parâmetro (acústica, temperatura, humidade relativa, iluminação natural e artificial, pisos e acessibilidades). O valor 1 equivale a menos importante e 7 a mais importante, de forma a valorizar cada um destes aspectos de qualidade e conforto.

Parâmetros	Valores de 1 a 7
Acústica (Ruído)	
Térmica (Temperatura)	
Humidade Relativa	
Iluminação natural (Insolação)	

	Iluminação artificial (lâmpadas)				
	Pisos desportivos (pavimentos)				
	Acessibilidades (pessoas com deficiências)				

Acústica (Ruído)
(seleccione uma só opção, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

4. Indique em que medida o ruído na instalação desportiva, o/a incomoda ou perturba.	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente
5. Tomando em consideração o dia de trabalho, em que altura considera o ruído na instalação desportiva mais difícil de suportar?	Início da manhã	Fim da manhã	Início da Tarde	Fim da Tarde	Todas
6. Indique qual o factor que, na sua opinião, contribui mais para que o ruído na instalação se verifique.	Número de alunos/turmas	Conversação, circulação de pessoas pela instalação desportiva	Tipo de actividade física	Ruído exterior	Condições acústicas
7. Tomando em consideração a importância da colocação da sua voz, indique qual o esforço que faz para que a sua voz seja ouvida por todos.	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente
8. Tomando em consideração a perceptibilidade da voz, em que medida consegue ouvir, aproximadamente à distância de 2 metros, qualquer pessoa que fale normalmente?	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente

9. Indique qual o ruído que o/a incomoda ou perturba mais no decorrer do seu trabalho?

a) Ruídos externos provenientes de...	Tráfego nas ruas	Pessoas nas ruas	Fábricas e oficinas	Outros Ruídos *	Nenhum

*Identifique

b) Ruídos internos provenientes de...

Número de
alunos/turmas

Conversação,
circulação de
pessoas pela
instalação
desportiva

Tipo de
actividade
física

Outros Ruídos
*

Nenhum

*Identifique

10. Tomando em consideração o rasto sonoro/eco, indique se o som se mantém no espaço durante muito tempo.

Absolutamente
nada

Ligeiramente

Moderadament
e

Muito

Extremamente

11. Tomando em consideração as condições acústicas da instalação desportiva, indique se alguma vez sentiu alterações fisiológicas/efeitos negativos na execução das suas tarefas (irritação, ansiedade, zumbido nos ouvidos, etc.).

Absolutamente
nada

Ligeiramente

Moderadament
e

Muito

Extremamente

VENTILAÇÃO (QUALIDADE DO AR INTERIOR)

(selecione uma só opção, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

12. Tendo em conta a qualidade do ar interior, considera que a introdução de ar puro/novo, na instalação, é suficiente.

Absolutamente
nada

Ligeiramente

Moderadament
e

Muito

Extremament
e

13. Indique se na instalação desportiva, o ar contém poluentes (poeiras no ar, odores, decompostos voláteis libertados pelos materiais de construção, etc.).

Absolutamente
nada

Ligeiramente

Moderadament
e

Muito

Extremament
e

14. Indique em que medida as correntes de ar na instalação o/a incomodam ou perturbam, causando desconforto.	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente

TÉRMICA (TEMPERATURA INTERIOR)

(selecione **uma só opção**, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

15. Tomando em consideração o tempo quente, no “Verão”, indique como considera, em geral, a instalação desportiva relativamente à temperatura.	Muito frio	Frio	Aceitável	Quente	Muito quente
16. Tomando em consideração o tempo frio, no “Inverno”, indique como considera, em geral, a instalação desportiva relativamente à temperatura.	Muito frio	Frio	Aceitável	Quente	Muito quente

HUMIDADE RELATIVA (HUMIDADE INTERIOR)

(selecione **uma só opção**, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

17. Tomando em consideração o tempo quente, no “Verão”, indique como considera, em geral, a instalação desportiva relativamente à humidade relativa.	Muito húmido	Húmido	Aceitável	Seco	Muito seco
18. Tomando em consideração o tempo frio, no “Inverno”, indique como considera, em geral, a instalação desportiva relativamente à humidade relativa.	Muito húmido	Húmido	Aceitável	Seco	Muito seco
19. Indique em que medida as condições higrotérmicas (temperatura e humidade interiores) na instalação desportiva, o/a incomoda ou perturba ao nível fisiológico (irritação das mucosas, olhos	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente

secos e desconforto nasal).					

ILUMINAÇÃO NATURAL (INSOLAÇÃO)

(selecione **uma só opção**, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

20. Tomando em consideração a iluminação natural, na instalação desportiva, indique se a distribuição dos raios solares é uniforme, através das superfícies transparentes (janelas e cobertura).	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente
21. Indique, em que medida, existem na instalação desportiva contrastes de luminosidade que geram encadeamento, brilhos e reflexos.	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (LÂMPADAS)

(selecione **uma só opção**, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

22. Tomando em consideração a iluminação artificial, na instalação desportiva, indique se existe uma repartição regular da luz (lâmpadas).	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente
23. Considera que existe instabilidade e má qualidade de luz que possa gerar fadiga visual no decorrer das suas tarefas?	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente
24. Tomando em consideração a distribuição regular da luz, em que medida consegue ter percepção dos objectos e das linhas.	Absolutamente nada	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente

PISOS DESPORTIVOS (REVESTIMENTO)

(selecione **uma só opção**, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

25. Tomando em consideração o revestimento do piso da instalação desportiva, como o classifica relativamente às seguintes características:	Absolutament e nada	Ligeiramente	Moderadament e	Muito	Extremamente
-ADERÊNCIA (ESCORREGADIO OU NÃO)					
-ELASTICIDADE E SEGURANÇA					
-ABSORÇÃO AOS ESFORÇOS DE IMPACTO					
-REFLEXÃO DA LUZ					
-SOALHO SOLTO, LASCADO OU MAL COLOCADO					

26. Se pudesse mudar uma coisa na instalação desportiva, relativamente aos parâmetros de conforto ambiental, sem limitação de verba, qual seria a sua opção?

27. Já alguma vez teve gastos económicos devidos a problemas/situações (saúde), relacionadas com o conforto/desconforto do local de trabalho?	Absolutament e nada	Ligeiramente	Moderadament e	Muito	Extremamente

28. Se a resposta for positiva, mencione a que nível ou níveis:	Auditivo	Vocal	Respiratório	Articular	Muscular

ACESSIBILIDADES

(selecione **uma só opção**, com X, a caixa correspondente à situação mais adequada)

29. Indique se a instalação desportiva tem barreiras arquitectónicas, não estando preparada para pessoas com mobilidade condicionada ou com dificuldades sensoriais?

Sim ☐ Não ☐

30.A instalação desportiva tem instalações sanitárias preparadas para pessoas com mobilidade condicionada ou com dificuldades sensoriais?

Sim ☐ Não ☐

31. Quanto estaria disposto a ver reduzido o seu salário se lhe dessem alternativa de ter um local de trabalho ultra excelente?

0%

1%

2%

3%

4%

OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO