

PROPOSTA DE MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM OBRA

ANA LUÍSA ALVES DE CARVALHO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

JUNHO DE 2012

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2011/2012

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2011/2012- Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

“É preciso saber lutar como um leão, mas lutar por sonhos que valham a pena”

Roberto Shinyashiki

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram e me auxiliaram para que a realização da dissertação fosse possível.

Ao Professor Alfredo Soeiro pela orientação e por toda a disponibilidade demonstrada, bem como a confiança que depositou no meu trabalho. O seu conhecimento e experiência foram preponderantes para a execução deste trabalho.

Agradeço também à Engenheira Eloísa Cepinha, ao Engenheiro Patrique Alves e ao Engenheiro Jorge Príncipe, por toda a disponibilidade e simpatia.

Aos meus pais e à minha família, por todo o apoio que me foi transmitido.

Por fim, agradeço aos meus amigos Rolando Freitas, Mariana Rocha, Nuno Raposo, Tiago Rolo, Isabel Cunha, André Gonçalves, Miguel Monteiro, Alberto Araújo e Paulo Pereira, com quem dividi momentos de trabalho e alegria.

RESUMO

Na década de 70 e 80, o ambiente representava, para a sociedade em geral, uma fonte ínfima de recursos. Porém, com o aparecimento de problemas ambientais e a possível escassez de recursos, aparece o conceito de desenvolvimento sustentável, que contribui para a consciencialização da sociedade.

Uma vez que o setor da construção gera grandes impactes económicos, sociais e sobretudo ambientais, surge a necessidade de pensar e criar medidas práticas de modo a melhorar o desempenho sustentável do setor.

Este trabalho propõe uma abordagem a questões da sustentabilidade, dada a abrangência do conceito. A partir da revisão de literatura, apresenta-se o conceito de desenvolvimento sustentável e expõe-se a relação entre as atividades humanas, o consumo de recursos e os problemas ambientais. No desenvolvimento da dissertação, para além do enquadramento do tema da sustentabilidade na construção, aborda-se mais pormenorizadamente a sua aplicação em obra, sendo este o foco do trabalho.

Em termos de concretização, propõe-se um método para a avaliação da sustentabilidade em obra. O método proposto é apresentado sob a forma de indicadores, que integram o Índice de Sustentabilidade em Obra (IS). Para o seu cálculo definiu-se um sistema de ponderação, composto por quatro tipos de análises: geral, económica, ambiental e social e com diferenciação em três tipos de obras: habitações, hidráulicas e vias de comunicação. Também se propôs um sistema de pontuação e o tempo estimado para a determinação de cada indicador.

Numa fase final, aplicou-se o cálculo do IS a uma obra de vias de comunicação, onde foi possível identificar dificuldades, bem como oportunidades de melhoria do IS.

Sob a forma de conclusão, procurou-se transmitir que o uso de sistemas de avaliação da sustentabilidade é essencial para melhorar o desempenho sustentável do setor da construção. A aplicação de métodos para a avaliação da sustentabilidade em obra encontra-se numa fase inicial. É de salientar que algumas empresas portuguesas já possuem o seu próprio método, todavia não são de carácter obrigatório. Sugere-se a criação de um único sistema nacional, a aplicar pelas empresas construtoras, de modo a permitir a comparação do desempenho sustentável das obras.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Construção Sustentável, Avaliação da Sustentabilidade, Indicadores, Índice de Sustentabilidade em Obra.

ABSTRACT

During the decades of 70's and 80's the environment represented to the society in general, a minimum source of resources. However with the emergence of environmental problems and possibility of shortage of resources, there arises the concept of sustainable development, which contributes to the awareness of society.

Since the construction had industry generates a large impact in economic, social and especially environmental aspects, there is a need to think and create practical policies to improve the sustainable performance of this sector.

The dissertation proposes an approach about issues of sustainability, given to the scope of the concept. Based on the literature review, I present the concept of sustainable development and explain the relationship between human activities, resource consumption and environmental problems. During the development of this thesis, beyond the framework of the theme of sustainability in construction, is presented a focused discussion about its application in the building site, which is the core subject of the work.

In terms of realization, it is proposed a method for appreciate the sustainability of the building site. The proposed method is presented in the form of indicators, which compose the Sustainability Building site Index (SBI). For its calculation it was defined a weighting system, composed of four types of analysis: the economic, environmental and social and introducing a differentiation into three types of constructions: housing, hydraulics and roads. It is also proposed a scoring system and the predicted time for the determination of each indicator.

In a final phase, it was applied to SBI calculation method to a construction of roads, where was possible to identify problems and chances for improvement of the SBI.

In conclusion, this work is an effort to transmit that the use of sustainability evaluation systems are essential to improve the sustainable performance of the construction sector. The application of methods for evaluation the sustainability of the building sites are at an early stage, although some portuguese companies already have their own method, but they are not obligatory. It is suggested the creation of a single national system, to be applied by construction companies in order to allow comparison of the sustainability performance of the building sites.

KEYWORDS: Sustainability, Sustainable Construction, Sustainability Evaluation, Indicators, Sustainability Building site Index.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	1
1.1. INTRODUÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2
 2. A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO	3
2.1. INTRODUÇÃO	3
2.2. DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	4
2.2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	4
2.2.1.1. Introdução	4
2.2.1.2. As Três Dimensões do Desenvolvimento Sustentável	5
2.2.2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	5
2.2.2.1. Introdução	5
2.2.2.2. Evolução da Construção Tradicional até à Construção Sustentável	6
2.3. ATIVIDADES HUMANAS E IMPACTES NA CONSTRUÇÃO	7
2.3.1. CONSUMO DE RECURSOS	7
2.3.1.1. Consumo de Água	7
2.3.1.2. Consumo de Materiais	8
2.3.1.3. Consumo de Energia	9
2.3.2. PROBLEMAS AMBIENTAIS	10
2.3.2.1. Poluição Atmosférica	10
2.3.2.2. Eutrofização	11
2.3.2.3. Acidificação	11
2.3.2.4. Aquecimento Global	12
2.3.2.5. Ruído e Incomodidade	12
2.4. INDICADORES COMO SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	15
2.4.1. INTRODUÇÃO	15
2.4.2. PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	16

2.4.2.1. Enquadramento	16
2.4.2.2. Ecological Footprint	16
2.4.2.3. Dashboard of Sustainability	17
2.4.2.4. Barometer of Sustainability.....	17

3. SUSTENTABILIDADE NO CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES 19

3.1. INTRODUÇÃO 19

3.2. PRINCIPAIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS 20

3.2.1. SISTEMA LIDERA.....	20
3.2.2. SISTEMA LEED.....	22
3.2.3. SISTEMA BREEAM.....	23
3.2.4. SISTEMA HQE	23
3.2.5. COMPARABILIDADE DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	27

3.3. ABORDAGEM SUSTENTÁVEL ÀS FASES DO CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES 30

3.3.1. FASE DE PROJETO	31
3.3.2. FASE DE CONSTRUÇÃO	31
3.3.3. FASE DE OPERAÇÃO	31
3.3.4. FASE DE DEMOLIÇÃO.....	32
3.3.5. INTEGRAÇÃO DOS INDICADORES DOS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO NAS FASES DO CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES	32

3.4. SUSTENTABILIDADE EM ESTALEIROS DE OBRA..... 34

3.4.1. INTRODUÇÃO	34
3.4.2. RISCOS QUE DECORREM DA IMPLANTAÇÃO DE ESTALEIROS	34
3.4.2.1. Demolição de Edifícios	34
3.4.2.2. Desmatação e Decapagem	34
3.4.2.3. Instalações Provisórias.....	35
3.4.2.4. Armazenamento e Manuseamento de Materiais.....	35
3.4.2.5. Circulação e Manutenção de Equipamentos.....	35
3.4.2.6. Criação de Resíduos	35
3.4.2.7. Danos a Terceiros	36

4. PROPOSTA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA 37

4.1. INTRODUÇÃO 37

4.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS INDICADORES DE UMA EMPRESA 37

4.2.1. ENQUADRAMENTO.....	37
---------------------------	----

4.2.2. DESCRIÇÃO DOS INDICADORES.....	38
4.2.3. ANÁLISE DE RESULTADOS	41
4.2.3.1. Indicadores Gerais de Obra	41
4.2.3.2. Indicadores de Desempenho Ambiental	44
4.2.3.3. Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança	50
4.2.3.4. Indicadores de Economia e Cadeia de Valor	54
4.2.3.5. Conclusão	59
4.3. PROPOSTA DE UMA LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE EM FASE DE CONSTRUÇÃO	59
4.3.1. ENQUADRAMENTO	59
4.3.2. APRESENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA LISTA DE VERIFICAÇÃO.....	59
4.3.3. PROPOSTA DA LISTA DE VERIFICAÇÃO A APLICAR NA FASE DE CONSTRUÇÃO	60
4.4. PROPOSTA DO CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA.....	61
4.4.1. ENQUADRAMENTO	61
4.4.2. APRESENTAÇÃO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA	62
4.4.3. DEFINIÇÃO DAS CATEGORIAS	62
4.4.4. PROPOSTA DOS INDICADORES	63
4.4.4.1. Ambiente	66
4.4.4.2. Recursos	69
4.4.4.3. Sociedade	78
4.4.4.4. Economia	82
4.4.4.5. Inovação	86
4.4.5. DEFINIÇÃO DA PONDERAÇÃO PERCENTUAL	87
4.4.5.1. Ponderação de Acordo com a Análise Pretendida	87
4.4.5.2. Ponderação para Diferentes Tipos de Obra	88
4.4.6. CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA	95
4.4.7. TEMPO DE DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES	95
4.4.8. IDENTIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES DOS INTERVENIENTES NO PROCESSO.....	98
 5. CASO DE ESTUDO: OBRA DE VIAS DE COMUNICAÇÃO	 101
5.1. INTRODUÇÃO	101
5.2. ASPETOS IMPORTANTES SOBRE OS DADOS DA OBRA.....	101
5.3. ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA PROPOSTA PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA.....	104
5.3.1. CÁLCULO DOS INDICADORES PARA O CASO DE ESTUDO	104
5.3.2. CONCLUSÕES	108

5.4. IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA	109
--	------------

6. CONCLUSÕES	115
----------------------------	------------

6.1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
--	------------

BIBLIOGRAFIA.....	117
--------------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Tendências de consumo, abundância, e a procura de equilíbrio no consumo de recursos	4
Figura 2.2 - Tripla dimensão da sustentabilidade	5
Figura 2.3 - Evolução da Construção	7
Figura 2.4 - Otimização da Eficiência Hídrica na Construção	8
Figura 2.5 - Contribuição dos diversos materiais para a energia total incorporada num edifício	9
Figura 2.6 - Consumo de energia elétrica em Portugal	10
Figura 2.7 - Tipos de Poluentes Atmosféricos	10
Figura 2.8 - Causas da Eutrofização nos lagos	11
Figura 2.9 - Demonstração do efeito do aquecimento global nos glaciares	12
Figura 2.10 - Caracterização do ruído através da frequência	13
Figura 2.11 - Limiar da audição e da dor	13
Figura 2.12 - Curva de ponderação “A”	14
Figura 2.13 - A escala do Decibel	14
Figura 3.1 - Métodos de Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios	20
Figura 3.2 - Vertentes e respetivas áreas ambientais de intervenção consideradas pelo sistema LiderA	21
Figura 3.3 - Ponderação (em %) para as 22 áreas do Sistema LiderA (V2.0)	21
Figura 3.4 - Perfil ambiental segundo as 14 questões ambientais consideradas pelo HQE	25
Figura 3.5 - Certificado do HQE	25
Figura 3.6 - Temas ambientais que agrupam domínios técnicos, considerados pelo CERQUAL	27
Figura 3.7 - Ciclo de Vida dos Edifícios	30
Figura 3.8 - Situação Ideal para uma construção sustentável na perspetiva dos resíduos	30
Figura 3.9 - Principais questões associadas ao ciclo de vida dos edifícios	32
Figura 3.10 - Integração dos indicadores de sustentabilidade nas fases do Ciclo de Vida dos Edifícios	33
Figura 4.1 - Número de Trabalhadores em Obra	42
Figura 4.2 - Número de Acidentes com Baixa, por obra	42
Figura 4.3 - Valor das despesas em Gestão Ambiental, Segurança e Saúde, por obra	43
Figura 4.4 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores Gerais de Obra	44
Figura 4.5 - Representação gráfica do Consumo Total de Energia	45
Figura 4.6 - Representação gráfica do Consumo Total de Eletricidade, por obra	46
Figura 4.7 - Representação gráfica do Consumo Total de Gasóleo, dos equipamentos, por obra	46
Figura 4.8 - Consumo Total de Água, por obra	47
Figura 4.9 - Representação Gráfica do Consumo Total de Água	47
Figura 4.10 - Reutilização Total de Água	48
Figura 4.11 - Representação Gráfica da Quantidade de Resíduos Produzidos	48
Figura 4.12 - Produção Total de Resíduos, por obra	49
Figura 4.13 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores de Desempenho Ambiental	50
Figura 4.14 - Índice de Gravidade, por obra	51
Figura 4.15 - Representação gráfica do Total de Horas de Formação, por trabalhador	51
Figura 4.16 - Total de Formação, por obra	52
Figura 4.17 - Representação gráfica do Total de Não Conformidades	52
Figura 4.18 - Total de Não Conformidades, por obra	53
Figura 4.19 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança	54
Figura 4.20 - Representação gráfica do Investimento na Comunidade	55

Figura 4.21 - Investimento Total na Comunidade, por obra	55
Figura 4.22 - Representação gráfica do Volume de Compras dos Fornecedores.....	56
Figura 4.23 - Volume de Compras Total, por obra	57
Figura 4.24 - Total de Reclamações, por obra	57
Figura 4.25 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores de Economia e Cadeia de Valores.....	58
Figura 4.26 - Categorias do Índice de Sustentabilidade em Obra	63
Figura 4.27 - Representação gráfica do peso de cada categoria, de acordo com o tipo de análise	88
Figura 4.28 - Representação gráfica do peso de cada subcategoria, para uma análise geral, nos diferentes tipos de obra	94
Figura 5.1 - Contador de água	102
Figura 5.2 - Gestão de águas residuais	102
Figura 5.3 - Separação de resíduos	103
Figura 5.4 - Contentor de resíduos.....	103
Figura 5.5 - Movimentação de terras em obra	103

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 - Comparação dos diferentes métodos, segundo a vertente relacionada com o Ambiente	28
Quadro 3.2 - Comparação dos diferentes métodos, segundo a vertente Económica	28
Quadro 3.3 - Comparação dos diferentes métodos, segundo a vertente Social	29
Quadro 4.1 - Breve Descrição das Obras	38
Quadro 4.2 - Indicadores Gerais de Obra	39
Quadro 4.3 - Indicadores de Desempenho Ambiental	39
Quadro 4.4 - Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança	40
Quadro 4.5 - Indicadores de Economia e Cadeia de Valor	40
Quadro 4.6 - Abreviaturas dos Indicadores Gerais de Obra	41
Quadro 4.7 - Dados Gerais dos Indicadores Gerais de Obra	43
Quadro 4.8 - Abreviaturas dos Indicadores de Desempenho Ambiental	44
Quadro 4.9 - Consumo Total de Energia	45
Quadro 4.10 - Consumo Total de Água	47
Quadro 4.11 - Produção Total de Resíduos	48
Quadro 4.12 - Dados Gerais dos Indicadores de Desempenho Ambiental	49
Quadro 4.13 - Abreviaturas dos Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança	50
Quadro 4.14 - Dados Gerais dos Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança	53
Quadro 4.15 - Abreviaturas dos Indicadores de Economia e Cadeia de Valor	54
Quadro 4.16 - Valores de Volume de Compras	56
Quadro 4.17 - Dados Gerais dos Indicadores de Economia e Cadeia de Valores	58
Quadro 4.18 – Lista de Verificação para a fase de construção	60
Quadro 4.19 - Indicadores para o Cálculo do Índice de Sustentabilidade em Obra	64
Quadro 4.20 - A1.1 Indicador de Contaminação Acústica	66
Quadro 4.21 - A1.2 Indicador do Nível de Vibração	66
Quadro 4.22 - A2.1 Indicador de Destruição do Habitat Natural	67
Quadro 4.23 - A3.1 Indicador de Equilíbrio Aterro/Escavação	67
Quadro 4.24 - A3.2 Indicador de Depósito de Terras	68
Quadro 4.25 - A3.4 Indicador de Relação Depósito-Distância	68
Quadro 4.26 - R1.1 Indicador de Consumo de Materiais Reciclados	69
Quadro 4.27 - R1.2 Indicador de Consumo de Materiais Novos	69
Quadro 4.28 - R1.3 Indicador de Consumo de Materiais Perigosos	70
Quadro 4.29 - R2.1 Indicador de Resíduos Reciclados	70
Quadro 4.30 - R2.2 Indicador de Resíduos Reutilizados	71
Quadro 4.31 - R2.3 Indicador de Resíduos Eliminados	71
Quadro 4.32 - R3.1 Indicador do Consumo de Água da Rede Pública	72
Quadro 4.33 - R3.2 Indicador do Consumo de Água de Furos/Captações	72
Quadro 4.34 - R3.3 Indicador do Consumo da Água da Chuva	73
Quadro 4.35 - R3.4 Indicador de Disponibilidade de Água Potável para Consumo Humano	73
Quadro 4.36 - R3.5 Indicador da Reutilização de Água	74
Quadro 4.37 - R4.1 Indicador de Consumo de Eletricidade	74
Quadro 4.38 - R4.2 Indicador do Consumo de Eletricidade sustentável	75
Quadro 4.39 - R4.3 Indicador do Consumo de Gás Butano	75
Quadro 4.40 - R4.4 Indicador do Consumo de Gás Propano	76
Quadro 4.41 - R4.5 Indicador do Consumo de Gás Natural	76
Quadro 4.42 - R4.6 Indicador do Consumo de Gasóleo	77

Quadro 4.43 - R4.7 Indicador do Consumo de Gasóleo do Gerador	77
Quadro 4.44 - R4.8 Indicador do Consumo de Gasolina	78
Quadro 4.45 - S1.1 Indicador de Empregabilidade	78
Quadro 4.46 - S2.1 Indicador de Acidentes em Obra	79
Quadro 4.47 - S2.2 Indicador de Acidentes Graves em Obra.....	79
Quadro 4.48 - S2.3 Indicador de Não Conformidades no PSS.....	80
Quadro 4.49 - S3.1 Indicador de Formação em Gestão Ambiental	80
Quadro 4.50 - S3.2 Indicador de Formação em Segurança e Saúde no Trabalho	81
Quadro 4.51 - S3.3 Indicador de Formação em Qualidade na Construção	81
Quadro 4.52 - E1.1 Indicador de Custo de Mão-de-obra direta	82
Quadro 4.53 - E1.2 Indicador de Custo dos Materiais	82
Quadro 4.54 - E1.3 Indicador de Custo dos Equipamentos	83
Quadro 4.55 - E2.1 Indicador de Custo de Mão-de-obra indireta	83
Quadro 4.56 - E2.2 Indicador de Multas, Coimas e Sanções	84
Quadro 4.57 - E3.1 Indicador do Volume de Compras Locais.....	84
Quadro 4.58 - E3.2 Indicador do Volume de Compras Nacionais	85
Quadro 4.59 - E3.3 Indicador do Volume de Compras Estrangeiras	85
Quadro 4.60 - E3.4 Indicador de Relação Materiais – Distância	86
Quadro 4.61 - I1.1 Indicador de Utilização de Tecnologias Construtivas Inovadoras	86
Quadro 4.62 - I2.1 Indicador de Utilização de Tecnologias Informáticas.....	87
Quadro 4.63 - Ponderação segundo a análise pretendida.....	88
Quadro 4.64 - Ponderação percentual atribuída aos indicadores, para habitações	89
Quadro 4.65 - Ponderação percentual atribuída aos indicadores, para obras hidráulicas	91
Quadro 4.66 - Ponderação percentual atribuída aos indicadores, para vias de comunicação.....	93
Quadro 4.67 - Intervalo de tempo para determinação dos indicadores	96
Quadro 4.68 - Proposta do tempo de determinação dos indicadores.....	96
Quadro 5.1 - Valor dos Indicadores calculados para a Obra em Análise	105
Quadro 5.2 - Valor final dos indicadores após ponderação percentual, para obras de vias de comunicação.....	107
Quadro 5.3 - Indicadores para o Cálculo do Índice de Sustentabilidade em Obra, com proposta de novos indicadores.....	110
Quadro 5.4 - A1.3 Indicador de Perturbação	112
Quadro 5.5 - E3.5 Indicador de Proximidade dos Fornecedores	112
Quadro 5.6 - Proposta do tempo de determinação dos novos indicadores	113

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CFC - Clorofluorcarbonetos

CIB - Conselho Internacional da Construção

CO₂ - Dióxido de carbono

COV - Compostos orgânicos voláteis

DEC - Departamento de Engenharia Civil

EUA – Estados Unidos da América

FEUP - Faculdade Engenharia da Universidade do Porto

h - horas

HCFC - HidroCloroFluoroCarbonos

IGSO - Índice de Gestão de Sustentabilidade em Obra

Ind - Indicador

IS - Índice de Sustentabilidade em Obra

kg - quilograma

L - litros

m² - Metro quadrado

m³ - Metro cúbico

min - minutos

NA - Não aplicável

NH₃ - Amoníaco

Nº - Número

NO_x - Óxidos de azoto

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

SCat - Subcategoria

SO₂ - Dióxido de enxofre

SO_x - Óxidos de enxofre

ton - Toneladas

1

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

1.1. INTRODUÇÃO

O tema da dissertação está relacionado com o conceito de sustentabilidade e a sua integração no setor da construção, nomeadamente na sua fase de construção.

A análise apresentada centra-se no desenvolvimento de um índice, constituído por indicadores, como ferramenta de avaliação da sustentabilidade em obra, de forma a melhorar o desempenho sustentável destas, através da procura de equilíbrio entre a necessidade de produtos de construção e o consumo de recursos naturais.

1.2. OBJETIVOS

A elaboração do presente trabalho prende-se com o objetivo de desenvolver uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade, a aplicar na fase de construção, nomeadamente em obra. A concretização deste objetivo é feita através do estudo de conceitos básicos associados ao tema desenvolvimento sustentável e será apresentado como forma de enquadramento da construção no conceito de sustentabilidade.

Os objetivos da dissertação abordam, também a apresentação dos impactes sociais, ambientais e económicos associados ao ciclo de vida dos edifícios. Os problemas gerados por estes impactes podem ser avaliados com recurso a sistemas de avaliação, compostos por indicadores, que são aplicados em vários países. O estudo dos sistemas de avaliação da sustentabilidade de edifícios também compõe um objetivo do trabalho.

Pretende-se também, como já referido, propor um método para a avaliação da sustentabilidade em obra. Este método será apresentado sob a forma de Índice de Sustentabilidade em Obra (IS). Para a sua conceção torna-se necessário abordar os aspetos mais importantes, do ponto de vista sustentável, na fase de construção. Estes aspetos serão apresentados numa lista de verificação. Salienta-se que o índice proposto será composto por indicadores, por um sistema de ponderação percentual e por um sistema de pontuação.

Por último, torna-se fulcral estudar a aplicabilidade da proposta de cálculo do IS a uma obra. Deste modo, o estudo consiste na aplicação desta ferramenta a uma obra de vias de comunicação, onde os dados fornecidos serão utilizados para calcular os indicadores, que posteriormente são aplicados para a determinação do IS.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, que vão ser descritos, sumariamente, nos parágrafos a seguir apresentados.

O capítulo 1 constitui a apresentação do trabalho, onde se refere o contexto em que este se insere e quais os objetivos que se pretendem alcançar. Pretende-se expor a estrutura do trabalho.

No capítulo 2 é apresentado o “Estado da Arte”, onde se faz uma abordagem à indústria da construção, ao ambiente e à sustentabilidade na construção. Este é subdividido em 3 partes. Na primeira parte desenvolvem-se os conceitos de desenvolvimento sustentável e construção sustentável. Posteriormente, na segunda parte, referem-se as atividades humanas e os seus impactes na construção, onde se reflete sobre o consumo de recursos e os problemas ambientais. Por último, na terceira parte é exposta a importância dos indicadores como suporte ao desenvolvimento sustentável.

O capítulo 3 aborda a sustentabilidade no sector da construção, nomeadamente no ciclo da vida dos edifícios. Inicialmente são expostos os principais métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios, adotados em vários países. Estes métodos são constituídos por indicadores que pretendem analisar os impactes provocados pelo sector da construção. Segue-se uma abordagem sustentável às fases do ciclo de vida das construções: fase de projeto, fase de construção, fase de operação e demolição. Apresentam-se os principais impactes associados a cada uma das fases e integram-se os indicadores dos sistemas de avaliação nas fases do ciclo de vida. Também se faz referência à sustentabilidade em estaleiros de obra, onde se descrevem os riscos que decorrem da implantação do estaleiro.

No capítulo 4 é proposta uma forma de cálculo para o IS, através da definição de indicadores. Primeiramente, faz-se uma análise estatística de indicadores utilizados por uma empresa portuguesa, onde estes são aplicados a diferentes obras, tornando-se na ferramenta básica para o cálculo do Índice de Gestão da Sustentabilidade em Obra (IGSO), da empresa em questão. Posteriormente, numa segunda parte, é feita a proposta de uma lista de verificação, para a fase de construção, que visa a análise da sustentabilidade em obra. Por último, o capítulo fica concluído com a proposta do cálculo do IS, onde se propõe o uso de indicadores, o uso de um sistema de ponderação, assim como um sistema de pontuação.

O capítulo 5 tem por objetivo mostrar a aplicabilidade da proposta do IS numa obra de vias de comunicação. Assim, são apresentados aspetos importantes sobre os dados da obra e calculam-se os indicadores propostos, seguindo-se uma conclusão, em que se identifica as dificuldades verificadas e as oportunidades de melhoria.

No capítulo 6 são expostas as principais conclusões e considerações finais.

2

A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

2.1. INTRODUÇÃO

A construção é uma atividade que desde sempre tem acompanhado o homem e as suas civilizações. Em grande parte dos casos, a população vive e trabalha em ambientes construídos, revelando deste modo a importância do setor da construção, em geral, e dos edifícios, onde vive e trabalha, em particular, passando cerca de 90% do seu tempo de vida dentro de edifícios [1].

A construção civil atravessou ao longo do tempo uma mudança, em que a sua componente artesanal, o abastecimento de materiais no local e as soluções construtivas deram lugar a uma democratização do conhecimento, manifestado por uma globalização de soluções e materiais. Em termos tecnológicos, a indústria da construção sofreu alterações, mas estas não são relevantes, comparando com a dimensão do desenvolvimento tecnológicos das outras indústrias [2].

Lewis Thomas definiu assim, os contributos da construção para a humanidade:

*“... The greatest advances in improving human health were the development of clean drinking water and sewage systems. So, we owe our health as much to civil engineering as we do biology.”*¹ [3]

Lewis Thomas²

O conceito de construção associa-se hoje a três horizontes: à indústria da construção como setor económico; à sua atividade construtiva e ao seu resultado definido como ambiente construído, que diz respeito às infraestruturas e aos edifícios [1].

O setor da construção distingue-se pelo seu impacto na economia e pelo volume de emprego que a este se associa, tornando-se assim um dos mais significativos impulsionadores das economias emergentes. A quantidade de dinheiro que movimenta, a criação de emprego direto e indireto e a contribuição para o PIB realçam a importância deste setor. Em 1999, na União Europeia, a indústria da construção contribuiu cerca de 9.7% para o PIB, 47.6% para a Formação Bruta de Capital Fixo e providência 7.5% postos de trabalho nos países da União Europeia [1].

Depois da abordagem da dimensão económica e social da indústria da construção, é necessário compreender a dimensão ambiental do setor. O consumo de recursos, como energia e água, o uso do

¹ Tradução em português: “Os avanços mais significativos na melhoria da saúde humana foram o desenvolvimento de

² Ex-reitor da Yale Medical School e diretor do Memorial Sloan-Kettering Cancer Center.

so, a geração de resíduos, a poluição e o habitat natural são parâmetros essenciais na análise da dimensão ambiental. Salienta-se que é necessário atingir um equilíbrio entre a necessidade de produtos da construção e o consumo de recursos naturais.

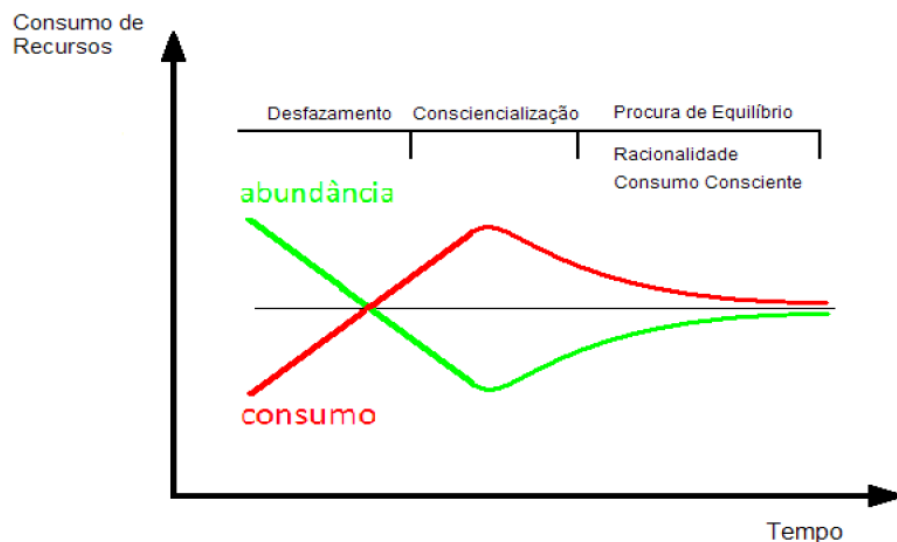


Figura 2.1 - Tendências de consumo, abundância, e a procura de equilíbrio no consumo de recursos [4]

No contexto da dissertação a desenvolver é essencial entender a relação existente entre a indústria da construção e as três dimensões referidas anteriormente, de modo a atingir o conceito de construção sustentável.

2.2. DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

2.2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.2.1.1. Introdução

O conceito de sustentabilidade tem evoluído ao longo dos anos, sofrendo alterações aquando a realização de importantes congressos mundiais, não envolvendo só a construção civil, mas também os recursos necessários para o desenvolvimento das atividades humanas [5].

Nos anos 70, o conceito de sustentabilidade assentava essencialmente, no desempenho da sociedade e numa visão economicista, em que as preocupações ambientais eram colocadas em segundo plano. No final da década de 80, o Relatório Brundtland define de uma forma generalizada o conceito de sustentabilidade, com a perspetiva de garantir as necessidades das próximas gerações: “ Um desenvolvimento que dê resposta às necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das gerações futuras”. Assim, atualmente um dos objetivos do desenvolvimento sustentável, é a integração de medidas ambientais na política económica [1,6].

A evolução do conceito de sustentabilidade, cuja definição é ainda objeto de várias explicações, visões e debate, tem importância na medida em que provocou na sociedade uma consciencialização, existindo a consciência de que os impactes de uma determinada atividade resultam de todo um processo produtivo que envolve materiais, resíduos, emissões e a tecnologia utilizada. Procura-se assim conciliar estes aspetos com o conceito de desenvolvimento sustentável [1].

A abordagem deste trabalho pretender focar os aspetos mais relevantes ao nível da sustentabilidade e o que deste conceito é aplicável na construção, apresentando os princípios gerais do desenvolvimento sustentável.

2.2.1.2. As Três Dimensões do Desenvolvimento Sustentável

Em 1987, aquando a aprovação do Acto Único Europeu, dá-se uma reviravolta decisiva a nível comunitário, onde foram definidas três perspetivas [1]:

- Preservar, proteger e melhorar a qualidade do ambiente;
- Contribuir para a proteção da saúde das pessoas;
- Assegurar uma utilização prudente e racional dos recursos naturais.

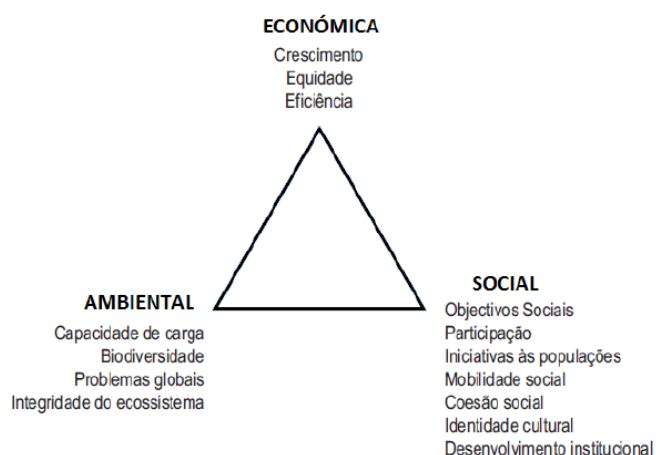


Figura 2.2 - Tripla dimensão da sustentabilidade [1]

O objetivo de satisfazer as necessidades humanas, sem afetar as gerações futuras, implica que os recursos sejam usados racionalmente, de modo a não exceder a capacidade de regeneração do planeta. Todas as atividades provocam impactes no ambiente, desde as atividades primárias, às atividades que envolvem um grande nível de tecnologia [1].

A integração de medidas ambientais que fomentem a redução do consumo de recursos, a minimização da produção de resíduos e a preservação dos ecossistemas naturais, visa a renovação da taxa de consumo de recursos, como água, energia e materiais, de modo a que a renovação seja mantida de forma indefinida e sem impactes ambientais consideráveis. Uma das medidas aplicáveis é a estimulação de esforços para evitar e reduzir o consumo de recursos. A questão dos três R's, reutilizar, reciclar e recuperar componentes é aconselhada para a redução dos consumos referidos [1].

No que diz respeito às questões sociais, estas surgem na problemática da satisfação das necessidades básicas humanas, que envolve as necessidades dos indivíduos, como sejam a educação, o lazer, etc.

2.2.2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

2.2.2.1. Introdução

O conceito de construção sustentável ganhou ênfase aquando a conferência Rio-92, que se realizou na cidade do Rio de Janeiro. Aqui, foram definidas as orientações para a implementação de estratégias locais e nacionais a aplicar na construção civil. Um dos aspetos fundamentais citados na conferência dizia respeito ao crescimento exponencial do consumo energético e à falta de adaptabilidade do projeto às condições climáticas locais.

O termo em análise surgiu pela primeira vez na voz do professor Kibbert³, em 1994 e visava descrever as responsabilidades da indústria construtora no que diz respeito aos objetivos da sustentabilidade. Segundo este, a indústria da construção em termos de impactes ambientais, necessita de mudanças para atingir os objetivos de sustentabilidade [7].

Assim, a construção sustentável pode ser entendida como a *“aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável ao ciclo global da construção, desde a extração e beneficiação das matérias-primas, passando pelo planeamento, projeto e construção de edifícios e infraestruturas, até à sua desconstrução final e gestão dos resíduos dela resultante. É um processo holístico que visa restaurar e manter a harmonia entre o ambiente natural e o ambiente construído, criando, ao mesmo tempo, aglomerados humanos que reforcem a dignidade humana e encorajem a equidade económica”* [8].

2.2.2.2. Evolução da Construção Tradicional até à Construção Sustentável

A construção tradicional era caracterizada essencialmente pelos únicos parâmetros que considerava, a saber: qualidade, tempo e custos. Deste modo, as obras deviam apresentar apenas a qualidade exigida em projeto, com elevado recurso à mão-de-obra, de modo a aumentar o rendimento e diminuir os prazos, que consequentemente diminuía o tempo de retorno do investimento, sem que os custos aumentassem [7].

O conceito de construção tradicional foi perdendo importância com a introdução da problemática relacionada com os impactes ambientais. Ao conceito de qualidade foi associado o conceito de qualidade ambiental. Assim, a construção tradicional evoluiu para uma construção eco-eficiente, caracterizada pela preocupação em produzir o menor impacto ambiental [7].

A construção eco-eficiente visava integrar-se com o meio ambiente nos aspetos relacionados com os ecossistemas durante todo o ciclo de vida. Também se caracterizava pela diminuição dos consumos energéticos, pela redução da depuração dos recursos naturais, da produção de resíduos e da emissão de gases poluentes [7].

A evolução de construção eco-eficiente para construção sustentável dá-se quando se alia os fundamentos da eco-eficiência, aos aspetos sociais, culturais e económicos.

Na figura 2.3 podemos observar sob a forma de esquemas a evolução da construção, nomeadamente os fatores condicionantes na construção.

³ Professor e diretor do Powell Centre for Construction and Environment da Universidade da Flórida.

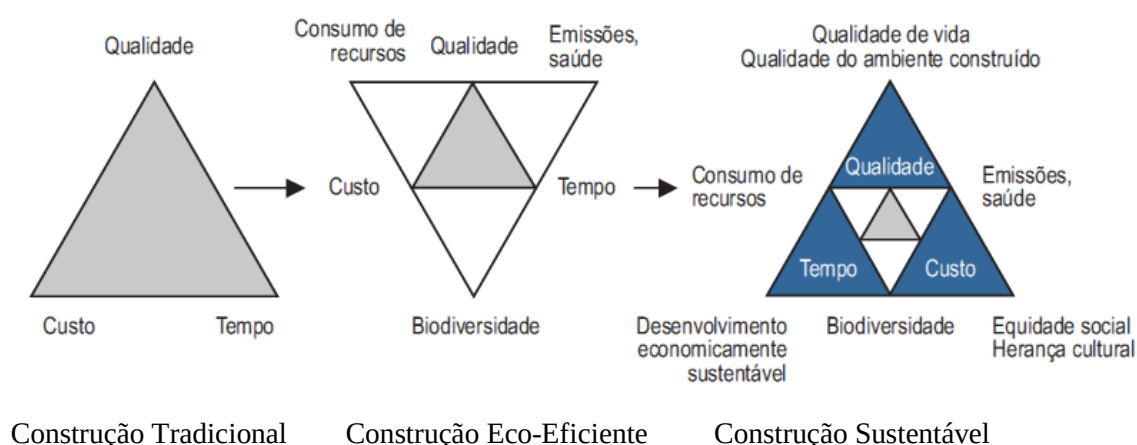


Figura 2.3 - Evolução da Construção [1]

2.3. ATIVIDADES HUMANAS E IMPACTES NA CONSTRUÇÃO

As atividades humanas exigem o consumo de recursos, como materiais e energia e exige a aplicação de medidas de intervenção física nos locais, com impactes quer no meio ambiente, quer no ambiente construído, refletindo-se por vezes na sustentabilidade destes [1].

Para que as atividades da vida humana sejam possíveis de realizar são necessários ambientes construídos, como vias de comunicação, redes de abastecimento de água e de energia, nesse sentido, existem impactes na sua construção e operação [1].

Deste modo, nos pontos seguintes, são abordados os principais impactes provocados pelas atividades humanas através do consumo de recursos e dos problemas ambientais.

2.3.1. CONSUMO DE RECURSOS

2.3.1.1. Consumo de Água

O volume total de água da terra é de 1400 milhões km^3 . Destes, 2.5% é água doce. Porém, a maioria da água provém dos glaciares permanentes. Para utilização humana, a principal fonte são os lagos e rios, as disponibilidades hídricas dos solos e os aquíferos subterrâneos [1].

O crescimento demográfico associado ao desenvolvimento económico e estilo de vida da sociedade são a principal causa da escassez de água potável que hoje se verifica. As alterações climáticas também têm agravado a situação [9].

A humanidade consome, atualmente, 50% dos recursos de água doce disponíveis. Em Portugal, estima-se que as ineficiências totais de água correspondem a $3.000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ [10].

Na figura 2.4 é apresentado um esquema de otimização da eficiência hídrica na construção, através da redução dos consumos, redução das perdas e dos desperdícios, reutilização da água, reciclagem da água e recurso a origens alternativas [9].

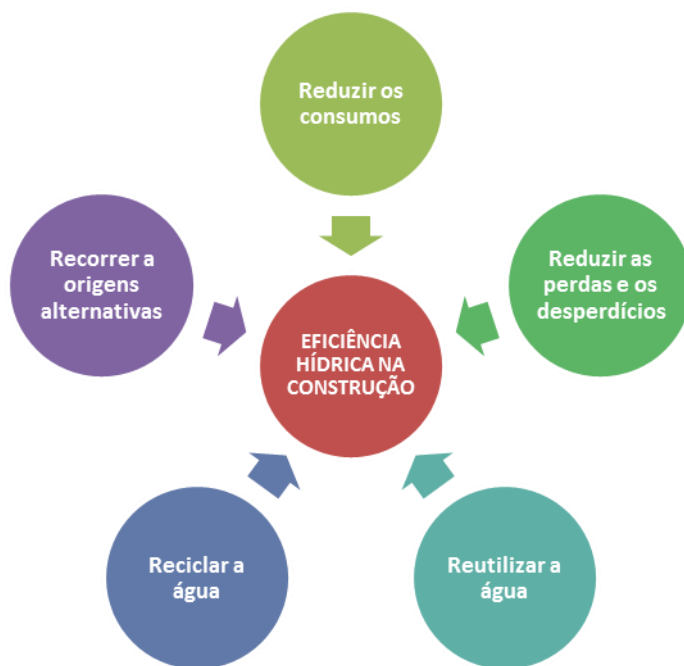


Figura 2.4 - Otimização da Eficiência Hídrica na Construção, adaptado de [9]

A utilização de dispositivos eficientes para controlo de perdas, o aproveitamento de águas pluviais, de águas freáticas e até mesmo de águas salgadas são medidas que contribuem para a eficiência hídrica na construção [9].

Um modo de reutilizar a água efluente dos equipamentos sanitários (chuveiros, lavatórios, bancas) é recorrendo a pequenas estações de tratamento e armazenamento destas águas para posterior utilização nas descargas sanitárias. O mesmo se pode aplicar para as águas pluviais, recorrendo à implantação de um sistema de captação, transporte, armazenamento e distribuição [10, 11].

2.3.1.2. Consumo de Materiais

Uma operação muito importante com vista à redução dos impactes ambientais é a seleção de materiais. Deste modo, este procedimento irá provocar alterações no desempenho do edifício, quer ao longo da construção, quer na manutenção, atenuando, deste modo, os impactes ambientais na fase de construção. A minimização da quantidade de materiais necessários, bem como da quantidade de resíduos gerados no processo construtivo é um comportamento imprescindível. Também é de extrema importância a reutilização de materiais decorrentes da fase de demolição [11].

Para a seleção de materiais é necessário considerar a energia incorporada, que corresponde à energia consumida durante a produção dos materiais, isto é, na extração da matéria-prima, no transporte e no processamento.

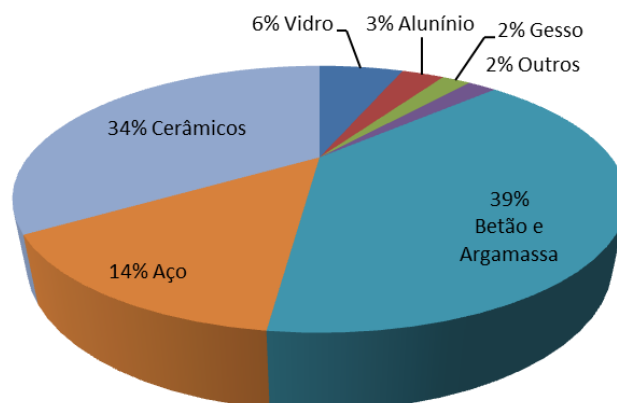


Figura 2.5 - Contribuição dos diversos materiais para a energia total incorporada num edifício, adaptado de [9]

Todos os dias, são introduzidos no mercado novos produtos que visam a redução do impacto ambiental. Deve ser dada preferência a materiais [11,12,13,14]:

- Provenientes diretamente de fontes renováveis;
- Contenham componentes reciclados;
- Contenham componentes biodegradáveis;
- Contenham componentes reutilizados;
- Disponíveis nas proximidades.

A utilização de materiais com maior aproveitamento, maior vida útil, com fácil acesso e fácil manutenção é aconselhada, em detrimento da utilização de espécies em vias de extinção.

Foi desenvolvido pela Comissão Europeia o Rótulo Ecológico Europeu, mais conhecido como Eco-Rótulo. O Eco-Rótulo tem como objetivo auxiliar o processo de seleção de materiais e identificar os produtos que apresentam um melhor desempenho ambiental dentro de um determinado grupo. Assim, este sistema visa reconhecer de entre todos os produtos disponíveis no mercado para uma determinada aplicação, aqueles que menos prejudicam o ambiente [12].

Deste modo, uma boa seleção de materiais deve consistir na escolha de [15]:

- Materiais com baixa energia incorporada;
- Materiais com baixo impacto ecológico incorporado;
- Materiais com elevado potencial de reutilização e de reciclagem;
- Materiais que não incorporem substâncias tóxicas;

2.3.1.3. Consumo de Energia

Hodiernamente, o consumo de energia é considerado o melhor indicador para avaliar o impacto ambiental, uma vez que está presente em todas as etapas do processo construtivo [16].

Traduzindo em números o consumo de energia em Portugal, cerca de 90% do total de energia consumida, é importada, comprometendo o crescimento económico do país. No que diz respeito à energia elétrica, 27% desta é consumida nos edifícios [16].

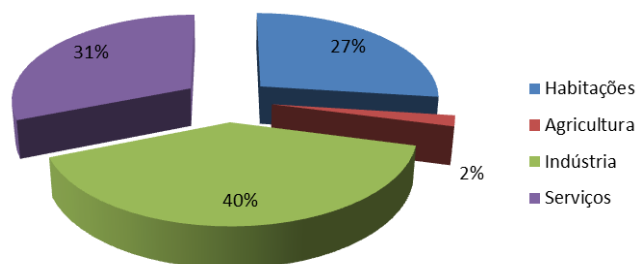


Figura 2.6 - Consumo de energia elétrica em Portugal, adaptado de [9]

A qualidade dos edifícios e o conforto tem aumentado ao longo dos anos, pois o nível de vida da população tem aumentado bem como o desenvolvimento dos países. Destaca-se as necessidades ligadas à higiene e ao conforto térmico, aquecimento e arrefecimento, que se manifestam no aumento do investimento e do consumo de energia [17].

Nos edifícios de habitação, a distribuição do consumo de energia é a seguinte [17]:

- 25% para aquecimentos e arrefecimento;
- 25% para iluminação e equipamentos eletrodomésticos;
- 50% para cozinhar e águas quentes sanitárias.

De modo a minimizar estes valores, poderão fazer-se alterações ao nível da melhoria da eficiência energética dos edifícios e da utilização de energias renováveis, atenuando, desta forma, os consumos e também a dependência de energia não renovável [17].

2.3.2. PROBLEMAS AMBIENTAIS

2.3.2.1. Poluição Atmosférica

Hoje em dia, existe uma preocupação crescente com as emissões atmosféricas devido ao desenvolvimento acelerado da indústria, tornando-se uma ameaça para a natureza. O ar, sob efeito de “smog”, torna-se perigoso para a saúde devido às grandes quantidades de ozono existentes, provocando por exemplo, um aumento de doenças respiratórias [9].

O Índice de Qualidade do Ar (IQar) é um indicador da qualidade do ar de uma determinada área e é calculado através da média aritmética de um conjunto de valores de poluentes do ar, medidos nas estações de monitorização localizadas nas áreas em análise [1].

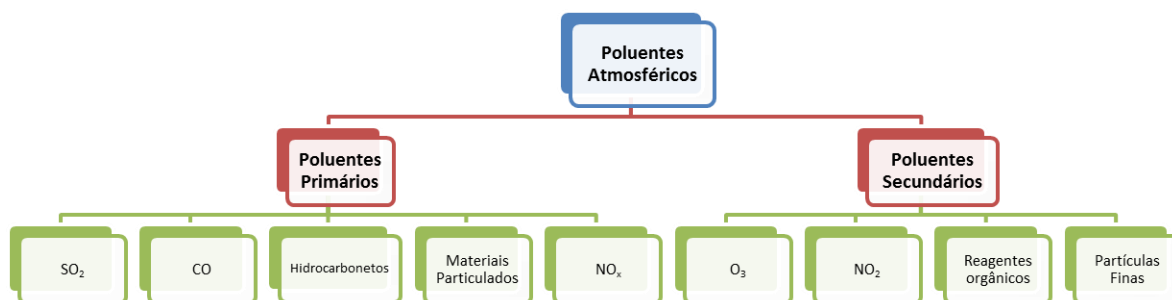


Figura 2.7 - Tipos de Poluentes Atmosféricos, adaptado de [9]

2.3.2.2. Eutrofização

O fenómeno em análise pode ocorrer em solos ou em meios aquáticos. Neste ponto será abordado ao nível dos lagos. Aqui, a Eutrofização corresponde ao excesso de nutrientes que provocam o crescimento anormal de plantas (microalgas). O aumento da biomassa leva a uma diminuição do oxigénio dissolvido, levando à morte e decomposição de muitos organismos provocando uma diminuição da qualidade da água e uma alteração do ecossistema [9].

Existem três tipos de estados tróficos [9]:

- Oligotrófico (pobre em nutrientes);
- Mesotrófico (condições intermédias);
- Eutrófico (rico em nutrientes).

As principais causas da Eutrofização nos lagos encontram-se representadas na figura 2.8 e são: o ferro, a profundidade, a dinâmica biológica, a luz, o azoto, o fósforo, a temperatura, a sílica, a meteorologia e a geoquímica [9].



Figura 2.8 - Causas da Eutrofização nos lagos, adaptado de [9]

2.3.2.3. Acidificação

A acidificação ocorre:

- Nos solos;
- Na água;
- Na fauna;
- Na flora.

Este conceito é designado pela diminuição do pH nos oceanos, que é provocada pelo aumento do CO₂ e corresponde a um fenómeno de perda de nutrientes, como o cálcio, magnésio e potássio e sua substituição por elementos ácidos [2, 9].

A sua origem é derivada da ação do homem, pois o CO₂ resultante da atividade humana é a principal causa. O azoto de origem agrícola, industrial e resultante dos transportes e produção de energia, também são fontes de compostos de NH₃ [9].

A chuva ácida é uma das principais consequências da poluição do ar. Este fenómeno é provocado, pela queima de carvão ou por derivados de petróleo, que libertam resíduos gasosos de SO_x (óxidos de enxofre) e NO_x (óxidos de azoto). A reação dessas substâncias com a água forma ácido nítrico e ácido sulfúrico, presentes nas precipitações de chuva ácida. A acidificação prejudica os organismos em rios e lagoas, comprometendo a pesca, enfraquecendo o solo e, conseqüentemente, a vegetação [9].

2.3.2.4. Aquecimento Global

O aquecimento global está relacionado com a libertação de gases de efeito de estufa para a atmosfera.

Os gases de efeito de estufa conhecidos são [16]:

- Vapor de água;
- Dióxido de carbono;
- Ozono;
- Metano;
- Óxido nítrico.

O aquecimento global pode ter impactes significativos no planeta, provocando a alteração do nível do mar, devido ao derretimento dos glaciares e à expansão térmica, a modificação dos ciclos hidrológicos, bem como as mudanças climáticas [9].

Na União Europeia, é de salientar que as habitações também são diretamente responsáveis por cerca de 16% das emissões de gases com efeito de estufa. Por ano, cada cidadão é responsável por 11 toneladas de emissões de gases com efeito de estufa, sobretudo de CO_2 [16].

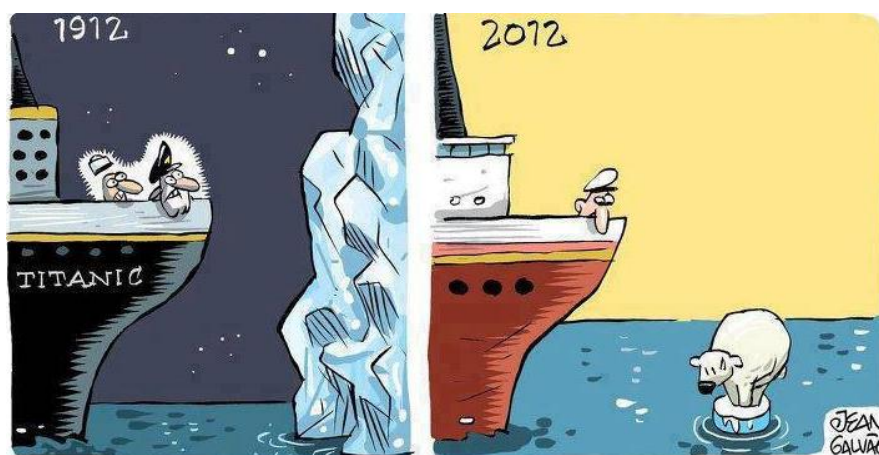


Figura 2.9 - Demonstração do efeito do aquecimento global nos glaciares [18]

2.3.2.5. Ruído e Incomodidade

O ruído pode definir-se som como qualquer variação da pressão atmosférica que o ouvido humano pode detetar, seja no ar, na água ou em qualquer outro meio de propagação, é definido como um som desagradável ou indesejável para o ser humano. A caracterização do ruído pode ser efetuada através da sua frequência (baixa – sons graves, média, alta – sons agudos) e da sua amplitude medida em termos do “Nível de Pressão Sonora” [19].

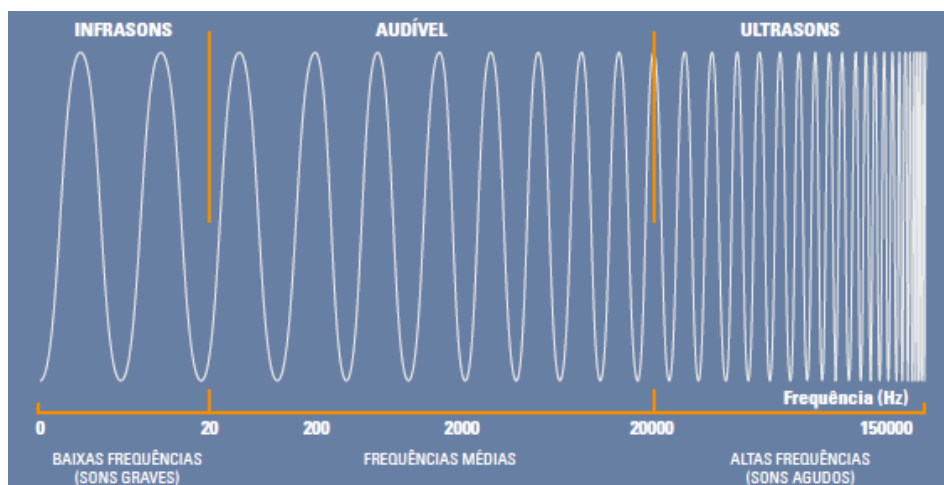


Figura 2.10 - Caracterização do ruído através da frequência [19]

A pressão sonora não é mais do que a diferença entre a pressão ambiente instantânea relativamente à pressão atmosférica a partir da qual o ouvido humano é sensível [19].

O ouvido humano possui uma sensibilidade muito elevada uma vez que a relação entre a pressão sonora característica de um som que cause dor e de um som que seja audível é da ordem de 1 000 000 [19].



Figura 2.11 - Limiar da audição e da dor [19]

Um nível de pressão sonora, expresso em decibel (dB), não é verdadeiramente representativo da sensação auditiva humana devido ao facto do ouvido humano ser pouco sensível às frequências muito baixas (infrassons, abaixo dos 20 Hertz) bem como às muito altas (ultrassons, acima dos 20 000 Hertz) [19].

O nível de pressão sonora expresso em dB deve, então, ser ponderado por um coeficiente dependente da frequência, por forma a ter em linha de conta a diferente sensibilidade auditiva humana à frequência. Deve, nomeadamente, penalizar as componentes graves e agudas do som emitido relativamente às médias [19].

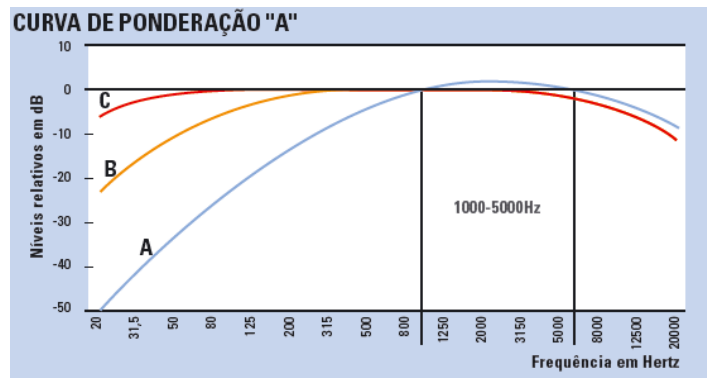


Figura 2.12 - Curva de ponderação "A" [19]

Obtém-se assim um nível de pressão sonora expresso em dB(A) – Nível de Pressão Sonora Ponderado A, que descreve a sensação com que efetivamente o Ser Humano percebe determinado ruído. Foram estabelecidas outras curvas de ponderação mas para utilizações muito específicas [19].

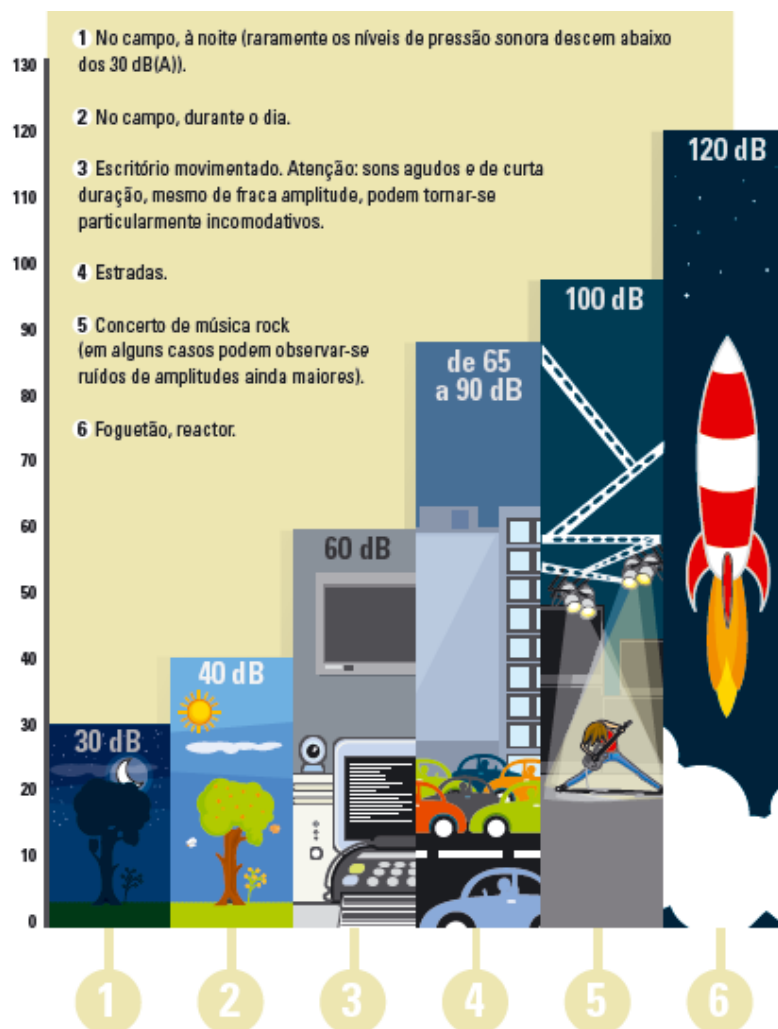


Figura 2.13 - A escala do Decibel [19]

São muitas as situações que podem estar na origem da sensação de incomodidade devido aos efeitos do ruído: ruído da circulação rodoviária, dos aeroportos, ruído proveniente de uma indústria, de obras na via pública, música alta na casa de um vizinho, etc.. De entre todas as fontes de ruído, é o ruído da circulação rodoviária que mais frequentemente é apontado como aquele que provoca incomodidade num maior número de pessoas. No entanto, o ruído proveniente de uma estrada com tráfego médio pode equivaler ao ruído gerado por uma conversa num café ou ao ruído da televisão em nossas casas. É apenas ao longo dos grandes eixos de circulação rodoviária que o ruído se torna mais elevado. Os níveis de pressão sonora em causa não são suscetíveis de deteriorar o sistema auditivo humano, mas as consequências ao nível da saúde são indiscutíveis [19].

As queixas sobre ruído não são novidade em meio urbano, mas a dimensão das cidades e o crescimento não sustentável das mesmas têm vindo a determinar o agravamento dos problemas. A noção de incomodidade devido ao ruído, varia com as pessoas, com os costumes e, naturalmente, também com as circunstâncias em que ocorre [19].

Foram efetuados vários estudos que revelaram a existência de fenómenos de habituação ou de adaptação ao ruído pelo Ser Humano. Estes fenómenos ocorrem, no entanto, à custa de alterações fisiológicas e psicológicas de cada indivíduo. Os efeitos do ruído na saúde humana podem agrupar-se em [19]:

- Efeitos físicos - quando se observam alterações nas propriedades físicas do sistema auditivo (perdas auditivas). As perdas auditivas podem ser temporárias ou permanentes. Estas últimas resultam da exposição a níveis sonoros elevados ao longo de vários anos e verificam-se principalmente em trabalhadores do ramo industrial.
- Efeitos fisiológicos - quando se observam alterações na atividade do corpo humano (por exemplo: alterações da pressão sanguínea, do ritmo cardíaco e respiratório, e tensões musculares).
- Efeitos psicológicos - quando se observam alterações no comportamento (por exemplo: irritabilidade, stress, fadiga, diminuição da capacidade de concentração).

2.4. INDICADORES COMO SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.4.1. INTRODUÇÃO

Atualmente estão desenvolvidas e em fase de desenvolvimento, ferramentas e sistemas para avaliação da sustentabilidade. No entanto, as metodologias propostas não são total e unanimemente aceites. O maior problema reside no facto de o conceito de sustentabilidade ser muito subjetivo, devido principalmente a diferenças tecnológicas, sociais e económicas existentes entre países e até mesmo dentro dos próprios países. A análise multicritério tem sido utilizada de modo a compreender melhor a relação existente entre resultados diferentes, mas a subjetividade do conceito não é ultrapassada [20].

Maioritariamente, as metodologias de avaliação da sustentabilidade concentram-se na análise de indicadores que abrangem aspetos considerados fundamentais. Um indicador resulta, geralmente, da associação de vários parâmetros. Entende-se por parâmetro uma propriedade quantitativa ou qualitativa, que se traduz em informação sobre um dado fenómeno. Uma vez que os resultados de uma avaliação dependem, impreterivelmente, da relação entre a quantidade de indicadores e o tipo de indicadores, tornando-se necessário que os indicadores sejam claros e concisos [20].

Os indicadores constituem assim, uma ferramenta bastante útil de análise, pois proporcionam uma melhor compreensão do panorama da sustentabilidade [5].

2.4.2. PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.4.2.1. Enquadramento

Foram desenvolvidas várias ferramentas para avaliar o desenvolvimento sustentável, mas as suas características teóricas e práticas não são muito conhecidas [21].

Deste modo, foram selecionadas 3 ferramentas, através do Método de Delphi⁴, sendo os seguintes indicadores tomados como os mais relevantes a nível internacional [22]:

- Ecological Footprint (Pégada Ecológica);
- Dashboard of Sustainability (Painel de Controlo da Sustentabilidade);
- Barometer of Sustainability (Barómetro da Sustentabilidade).

Assim, para cada indicador, descreve-se a sua contextualização, analisa-se a sua fundamentação teórico-empírica e posteriormente comenta-se a sua capacidade de avaliar o desenvolvimento sustentável.

2.4.2.2. Ecological Footprint

- Contextualização

O indicador em questão foi o mais citado pelos especialistas questionados. Foi desenvolvido por Wackernagel e Rees em 1996 no âmbito do trabalho “Our Ecological Footprint”, tratando-se de um estudo pioneiro na construção de indicadores de sustentabilidade. Este trabalho marca o início de uma fase de grande interesse pela conceção de indicadores de sustentabilidade. O método consegue trabalhar com muita informação, tornando-o muito interessante [21].

- Fundamentação Teórico-Empírica

O indicador em estudo representa o espaço ecológico que é necessário para sustentar um sistema, ou seja, traduz a capacidade de carga do sistema. Esta ferramenta representa, um método de consciencialização para a sociedade sobre os problemas ambientais [21].

O método calcula a área necessária para manter uma dada população ou sistema económico recorrendo a dados relativos à energia e recursos naturais, bem como a capacidade de absorção de resíduos do sistema [21].

Salienta-se que geralmente são utilizadas médias de consumo anual e médias mundiais de produtividade, de modo a existir padronização dos resultados [21].

É através deste indicador que se antevê os níveis de consumo e produtividade, tornando-se útil na elaboração de modelos de gestão.

- O Indicador e o Desenvolvimento Sustentável

A pégada ecológica analisa a relação existente entre a sociedade e o meio ambiente. O elo que une o indicador e a sustentabilidade é a capacidade de carga do sistema, ou seja, a utilização de um bem natural. Segundo este indicador, para se alcançar a sustentabilidade é necessário considerar fatores como o tempo e a capacidade de regeneração dos ecossistemas. Apresenta como principal vantagem a adaptação a condições locais. Relativamente a desvantagens, os críticos defendem que este indicador é

⁴ O Método de Delphi utilizado na pesquisa baseia-se na elaboração de questionários a especialistas na área e visa encontrar um consenso entre os especialistas participantes [21].

genérico e não é científico, considerando também que é estático, não tendo capacidade de projetar o futuro [21].

Não obstante às críticas, este método é muito utilizado para avaliar a sustentabilidade de um sistema. Os seus criadores encontram-se a desenvolver o método de modo a reduzir as suas limitações [21].

2.4.2.3. Dashboard of Sustainability

- Contextualização

Este indicador resulta da colaboração de dois grupos ligados a indicadores e sustentabilidade, no fim de 1990. Em 1996, foi criado o Consultative Group on Sustainable Development Indicators que visa promover a cooperação entre instituições que desenvolvem o seu trabalho ao nível de indicadores de sustentabilidade. Em 1999, o Consultative Group uniu-se ao grupo Bellagio Fórum Sustainable Development, surgindo assim o indicador Dashboard of Sustainability [21].

- Fundamentação Teórico-Empírica

O indicador em causa analisa a sustentabilidade ao nível económico, social e ambiental. A média das três vertentes dá origem ao Índice de Desenvolvimento Sustentável (Sustainable Development Index – SDI). Segundo os seus criadores, este indicador resume as características de um sistema ou salienta algum ponto relevante do sistema [21].

Para a sua elaboração, estudaram-se, inicialmente, os indicadores que poderiam ser utilizados e foram selecionados os que apresentaram melhores resultados e os mais importantes para a análise em questão. O seu desempenho é representado sob a forma de cores, do verde ao vermelho, para cada dimensão. Os índices de cada dimensão apresentam ponderação igual e os três índices contribuem de igual modo para o SDI. O Dashboard of Sustainability é utilizado para análises globais e locais [21].

- O Indicador e o Desenvolvimento Sustentável

A determinação deste indicador apresenta dificuldades na investigação de cada dimensão envolvida, mas também no modo como as dimensões interagem para determinar a sustentabilidade de um sistema [21].

Os criadores do indicador salientam que este foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de um sistema com a interação das três dimensões, que até agora eram consideradas individualmente [21].

2.4.2.4. Barometer of Sustainability

- Contextualização

O barómetro da sustentabilidade foi desenvolvido para apoiar instituições governamentais e não-governamentais, e indivíduos que apresentam trabalhos na área do desenvolvimento sustentável, tanto a nível nacional, regional ou local. Este método foi criado pelo The World Conservation Unit (IUCN) e pelo The International Development Research Centre (IDRC) com o intuito de avaliar a sustentabilidade sob o ponto de vista económico [21].

- Fundamentação Teórico-Empírica

Esta ferramenta permite a interação entre indicadores que são determinados a partir de índices. A capacidade de analisar indicadores, que apresentam muitos dados, é a sua principal característica. Uma vez que os indicadores têm unidades diferentes, optou-se pela criação de uma escala de desempenho para cada índice. Os indicadores que têm desempenho bom ou ótimo são selecionados, enquanto que aqueles que tenham resultado mau ou péssimo são eliminados [21].

Deste modo, esta ferramenta avalia os aspetos mais representativos do sistema através de indicadores ambientais e sociais [21].

- O Indicador e o Desenvolvimento Sustentável

Para os criadores desta ferramenta, o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser compreendido através dos seguintes pontos [21]:

1. Globalidade: as pessoas fazem parte do ecossistema e portanto devem ser entendidas conjuntamente e com igual importância.
2. Levantamento de questões: a falta de conhecimento da relação existente entre as dimensões do desenvolvimento sustentável deve permitir colocar questões que clarifiquem a natureza e o nível de relação existente entre as dimensões.
3. Reflexão: as questões a analisar merecem uma participação contínua das pessoas envolvidas no desenvolvimento do indicador.
4. Concentração nas pessoas: deve-se considerar que as pessoas são a razão dos problemas, mas também são a solução para estes. Assim, o indicador deve fornecer informação que possibilite a interação com as pessoas.

O indicador permite uma integração entre o bem-estar e o ambiente, no entanto a sua principal vantagem é possibilitar uma análise comparativa [21].

3

SUSTENTABILIDADE NO CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES

3.1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é bastante conservadora e adversa a grandes mudanças devido a fatores como a dificuldade de adaptação a novas tecnologias, a resistência à aplicação de novos processos e a não aplicabilidade de conhecimentos obtidos em obras e experiências anteriores [23]. No entanto, existe necessidade de adaptação à realidade dada a escassez de recursos naturais, as mudanças climáticas e a necessidade de minimizar os impactos ambientais [24]. Considerando a grandiosidade e a importância do setor, a indústria da construção pode e deve contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Atualmente existe um grande número de métodos de avaliação para aquilatar a sustentabilidade das atividades associadas ao setor da construção civil.

O modelo SB Alliance, Sustainable Building Alliance, criado em 2008, surge com o objetivo de definir um núcleo comum de indicadores a ser utilizado por diversas organizações (BRE, CSTB, DGNB, FCAV, VTT e NIST). Este modelo permite fazer comparações e fornece uma base de dados comum para todos os edifícios e disponível aos intervenientes no processo construtivo. Este é composto por seis indicadores (emissões de gases com efeito de estufa (GHG), energia, água, resíduos, qualidade do ar e desempenho financeiro) [25].

Os indicadores permitem [25]:

- A avaliação dos principais impactos ambientais;
- Desenvolver um vocabulário internacional comum para a avaliação ambiental na construção;
- Facilitar a comunicação entre os intervenientes;
- Apoiar o desenvolvimento de sistemas de avaliação futura e facilitar a comparação entre diferentes tipos de construção de outros países.

O seu objetivo visa, igualmente, considerar a análise do ciclo de vida dos edifícios, isto é, todas as etapas de produção, construção, manutenção, reparação e demolição [25].

Considerando as várias etapas de conceção de um edifício a mais relevante para a sustentabilidade é a fase de construção. Assim sendo, é pertinente que as empresas de construção civil devam concentrar as suas responsabilidades ambientais, económicas e sociais no estaleiro de obra [24].

3.2. PRINCIPAIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS

Hodiernamente, estão disponíveis diferentes sistemas de avaliação de edifícios, em vários países, como por exemplo:

- Austrália: NABERS;
- Canadá: BEPAC;
- Colaboração entre mais de 20 países: SBtool;
- EUA: LEED;
- França: HQE;
- Japão: CASBEE;
- Portugal: LiderA;
- Reino Unido: BREEAM.

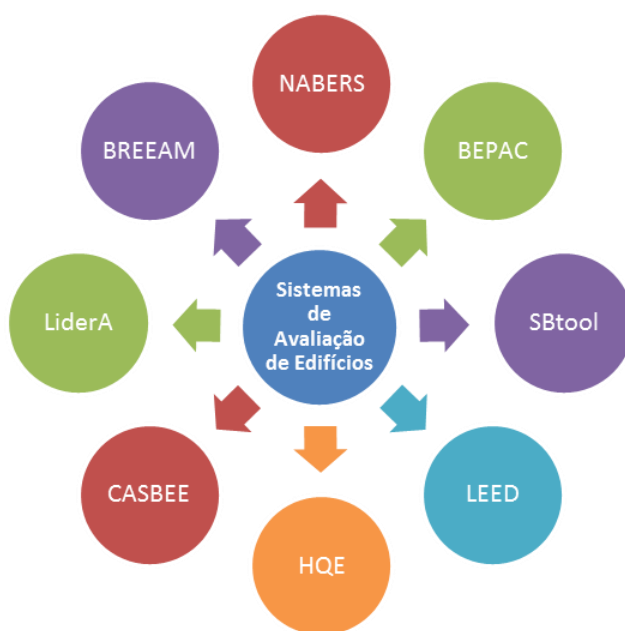


Figura 3.1 - Métodos de Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios

Nos pontos seguintes vão ser descritos os principais métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios.

3.2.1. SISTEMA LIDERA

O sistema LiderA foi desenvolvido em Portugal em 2005 e visa [26]:

- Apoiar o desenvolvimento de planos e projetos que procurem a sustentabilidade;
- Avaliar e posicionar o seu desempenho na fase de conceção, obra e operação, quanto à procura da sustentabilidade;
- Suportar a gestão na fase de construção e operação;
- Atribuir a certificação por marca registada, através de verificação por uma avaliação independente;
- Servir como instrumento de mercado distintivo para os edifícios e clientes que valorizem a sustentabilidade.

O desempenho comprovado pelo LiderA pode atingir uma avaliação final da sustentabilidade segundo as classes C, B, A, A+ ou A++ [26].

Aqui, o grau de sustentabilidade por área pode ser definido em classes de bom desempenho crescentes: desde a prática (E) a classes C (superior a 25% à prática), B (37,5%) e A (50%) [27].

A classe A, pode ser excedida através da classificação A+, relacionada a um fator de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um fator de melhoria de 10, relativamente à situação inicial considerada, e ainda A+++ [27].

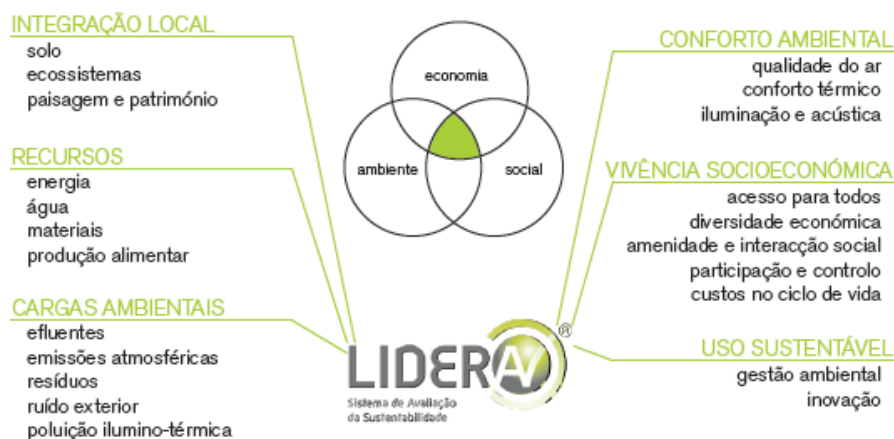


Figura 3.2 - Vertentes e respetivas áreas ambientais de intervenção consideradas pelo sistema LiderA [27]

Na figura anterior (3.2) estão apresentadas as vertentes e as respetivas áreas ambientais consideradas pelo sistema LiderA em edifícios de habitação, relativamente ao Conforto Ambiental, Vivência Socioeconómica, Uso Sustentável, Cargas Ambientais, Recursos e Integração Local [27].

Este sistema em questão pode ser aplicado para avaliar empreendimentos residenciais, turísticos, comerciais, e de serviços, ou outros, em qualquer fase do seu ciclo de vida [26].

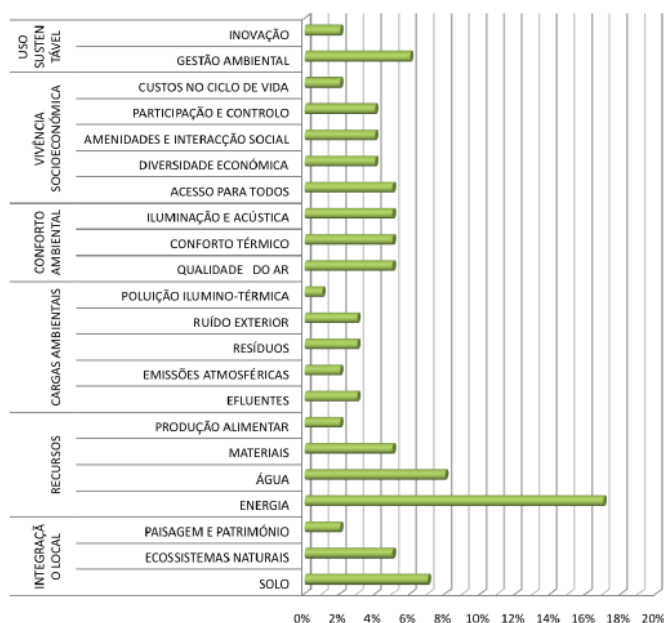


Figura 3.3 - Ponderação (em %) para as 22 áreas do Sistema LiderA (V2.0) [27]

A ponderação da figura 3.3 mostra que a energia é o critério que apresenta maior ponderação, seguida da água e do solo. A classificação final reunida é obtida através da ponderação das 22 áreas [27].

3.2.2. SISTEMA LEED

O LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) foi desenvolvido nos Estados Unidos da América, pelo US Green Building Council (USGBC). Este sistema de avaliação tem como principal objetivo incentivar à construção de edifícios ambientalmente conscientes. O LEED é um modelo que pretende a avaliação do desempenho ambiental de um edifício como um todo, considerando o ciclo de vida do mesmo, sendo de caráter voluntário. É um sistema de avaliação composto por um guia e uma lista de verificação de projeto, dividida em sete áreas, a saber: Sítios sustentáveis; Uso eficiente dos recursos hídricos; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade do Ar Interior; Inovação no projeto; Atendimento a necessidades locais [1, 28, 29].

A primeira versão do sistema LEED (versão 1.0) foi desenvolvida pelo USGBC em 1998 e também é conhecida como “Projeto Piloto”. Em março de 2000 foi lançada a versão 2.0 (LEED 2.0 Reference Guide), e em 2002 foi apresentada a versão 2.1, seguida pela versão 2.2. Finalmente, no início de 2009, entrou em vigor a versão 3, com mudanças no sistema de pontuação e ponderação [30].

As áreas dividem-se em áreas específicas e estas por sua vez compostas por pré-requisitos. Os pré-requisitos são de cumprimento obrigatório. A avaliação é feita por pontos, sendo a sua contabilização feita através da soma simples dos critérios cumpridos. O total de pontos atingidos leva à atribuição do tipo de certificação [1, 28].

A certificação pode ser, [30]:

- Certificado (Certified);
- Prata (Silver);
- Ouro (Gold);
- Platina (Platinum).

Existem várias versões do LEED, para aplicar em diferentes utilizações [1, 28, 31]:

- LEED-NC (New Construction and Major Renovations) para novas construções comerciais e projetos de renovação de grande dimensão;
- LEED-EB (Existing Buildings and Operations & Maintenance) fornece um ponto de referência para proprietários e operadores, para medir operações, melhorias e a manutenção de edifícios existentes;
- LEED-CI (Commercial Interiors) para espaços comerciais interiores;
- LEED-CS (Core and Shell) que abrange a construção de elementos dos edifícios, como a estrutura e sistemas de climatização;
- LEED-H (Homes), promove o design e construção de habitações com alto desempenho ambiental;
- LEED-ND (Neighborhood Development) integra os princípios do conceito de smart growth (crescimento inteligente), urbanismo e construção “verde”.

Atualmente, também é possível encontrar versões LEED para escolas, unidades de saúde, edifícios multi-residenciais, unidades de transformação e outros tipos de edifícios.

O sistema LEED é o mais utilizado nos Estados Unidos da América [1].

3.2.3. SISTEMA BREEAM

Este sistema foi desenvolvido no Reino Unido, no início da década de 90 pelo BRE - Building Research Establishment, e tornou-se o primeiro método de análise para edifícios de escritórios [2, 28].

O BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) é um dos critérios de avaliação mais usados para representar o desempenho ambiental de um edifício, havendo também diferentes versões para diferentes utilizações [28, 32].

A sua avaliação é feita a partir de créditos atribuídos ao edifício, quando estes cumprem determinados requisitos. Cada categoria apresenta requisitos e um determinado peso. O conjunto de créditos e pesos de categorias possibilita a determinação do índice de desempenho ambiental do edifício [1, 28].

Apresenta como principais objetivos [12]:

- Criação de critérios e padrões que vão além do imposto na legislação;
- Estimulação à utilização das melhores práticas ambientais em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios;
- Distinção de edifícios com reduzido impacte ambiental no mercado.

As várias versões do BREEAM são identificadas seguidamente [1, 28]:

- Habitações (EcoHomes);
- Edifícios para escritórios (Offices);
- Unidades industriais (BREEAM Industrial);
- Edifícios comerciais (BREEAM Retail);
- Escolas e Faculdades (BREEAM Education schools and further education colleges);
- Hospitais (BREEAM Healthcare hospital and other healthcare buildings);
- Prisões (BREEAM Prisons);
- Edifícios com diversos tipos de ocupação, como residências de estudantes, etc. (BREEAM Multi-Residential);
- Tribunais (BREEAM Courts);
- Outras tipologias (BREEAM Bespoke).

Destaca-se destas versões, o sistema EcoHomes, aplicado a edifícios de habitação. O EcoHomes é definido pelas seguintes categorias, que se passa a elencar: Energia, Transporte, Poluição, Materiais e Resíduos, Água, Uso do Solo e Ecologia, Saúde e Bem-estar [28].

As suas categorias são, por sua vez, divididas em subcategorias, às quais são atribuídos créditos e onde são definidos requisitos que o edifício deverá cumprir, para obter créditos. A classificação é contabilizada pela soma de todos os créditos conseguidos. O edifício é, então, avaliado em [2, 12]:

- Certificado (Pass);
- Bom (Good);
- Muito Bom (Very Good);
- Excelente (Excellent).

3.2.4. SISTEMA HQE

HQE (Haute Qualité Environnementale) é uma abordagem global para melhorar a qualidade ambiental. É uma certificação do CSTB, do francês Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. E pode ser aplicada a todos os tipos de edifícios novos e existentes, quer sejam do tipo residencial, terciário e industrial, quer sejam estradas e rodovias [25].

Tem como principal objetivo [1]:

- Atenuar os impactos dos edifícios sobre o ambiente exterior, ao nível global, regional e local;
- Criar um ambiente interior confortável e saudável para os utentes.

Para definir a certificação do HQE para o sector terciário, a AFNOR (Association Française de Normalisation) e o CSTB, com o apoio ADEME, do francês Agence Gouvernementale De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, decidiram optar por uma abordagem prática. Originalmente, a certificação é apenas aplicável a edifícios comerciais novos e envolvem quatro tipos de uso: escritórios, hotéis, estabelecimentos de ensino e comércio (lojas isoladas, supermercados e centros comerciais). Os empreendimentos que abrangem obras de reabilitação serão cobertos posteriormente, a partir de uma nova certificação. Uma certificação equivalente tem sido desenvolvida pelo Organismo Qualitel, para o caso de edificações habitacionais. Esta certificação considera dois referenciais, a saber [1, 9, 28]:

- O Sistema de Gestão do Empreendimento (SMO - *Système de Management d'Opération*);
- A Qualidade Ambiental do Edifício (QEB – *Qualité Environnementale du Bâtiment*).

O SMO pode ser considerado como sendo universal, já o QEB é ajustado às construções francesas e à legislação local. O SMO apoia o empreendedor na gestão do desenvolvimento do empreendimento, garantindo que a qualidade ambiental, definida pela referência de QEB, seja conseguida [28].

A definição do perfil ambiental considera os seguintes pontos [1]:

- As vantagens e desvantagens relativamente ao ambiente do local onde o empreendimento será construído;
- As exigências legais e regulamentares pertinentes;
- As necessidades e expectativas das partes interessadas;
- Os objetivos ambientais do empreendedor.

O sistema identifica 14 questões ambientais e abrange dois aspetos [1, 28]:

1. Qualidade ambiental do edifício;
2. Gestão ambiental de todo o projeto.

Estes dois aspetos são introduzidos num quadro de referência, com critérios de desempenho no primeiro e de gestão de requisitos no segundo. Este conceito "dois em um" é o aspeto que mais distingue o HQE [30].

As 14 questões ambientais dividem-se em quatro áreas de intervenção, as primeiras estão relacionadas com o ambiente exterior e as duas últimas com o interior. As quatro áreas são [1, 28]:

- Eco-construção;
- Eco-gestão;
- Conforto;
- Saúde.

A eco-construção tem em conta diversos aspetos, tais como: a relação do edifício com a sua envolvente, a escolha integrada dos produtos, sistemas e processos construtivos; estaleiro de obras com baixo impacto ambiental. Por outro lado, a eco-gestão visa a gestão da energia, da água, dos resíduos e da manutenção. No que respeita às áreas relacionadas com o ambiente interior, conforto e saúde, a primeira refere-se ao conforto higrotérmico, acústico, visual e olfativo, enquanto a segunda, ou seja, a área saúde refere-se à qualidade sanitária dos ambientes, do ar interior e água [1, 28].

A primeira forma de qualidade, a qualidade ambiental, está relacionada com o edifício e as duas últimas (qualidade sanitária e de conforto) com os seus utilizadores.

Para este, existem três níveis de desempenho [28]:

- Basic level (Básico), correspondente, apenas, à regulamentação em vigor ou prática normal;
- Good level (Bom);
- Very Good level (Muito Bom).

A certificação apenas é concedida quando se está perante um “mínimo perfil ambiental”, sendo este constituído por [28]:

- "Muito Bom" em pelo menos três questões;
- "Bom" para pelo menos quatro questões;
- "Básico" no máximo em sete questões.



Figura 3.4 - Perfil ambiental segundo as 14 questões ambientais consideradas pelo HQE [28]



Figura 3.5 - Certificado do HQE [28]

Através do CSTB, o QUALITEL elaborou uma certificação para as habitações coletivas e individuais (Habitat & Environnement), pressupondo uma certificação de abordagem HQE. No caso da habitação,

o CERQUAL, dependente da associação QUALITEL, considera 7 temas ambientais que agrupam mais de vinte domínios técnicos [1].

Para obter a certificação "Habitat & Environnement", deve pelo menos satisfazer 6 dos 7 temas, devendo 3 ser obrigatoriamente considerados (gestão das operações, redução da energia e efeito de estufa e, ações verdes). Para os temas não considerados o promotor deve respeitar disposições mínimas [1, 33].

Os temas ambientais considerados pelo CERQUAL, no caso da habitação, são [1, 33]:

- Ações verdes: informação dos habitats e dos gestores;
- Fileira da construção: escolha dos materiais, rotulagem ambiental dos materiais, utilização de materiais renováveis e durabilidade do envelope do edifício;
- Água: qualidade dos equipamentos individuais e coletivos e ajustamento dos consumos;
- Conforto e saúde: acústica interior e exterior, conforto térmico de Inverno e Verão, arejamento e ventilação da habitação, adaptação à gestão seletiva tripartida dos resíduos;
- Gestão ambiental das operações: Conjunto de elementos que permitem definir o perfil ambiental adaptado às especificidades do local, organizar as operações para atender aos níveis de desempenho dos temas técnicos que compõem o perfil a atingir e ajustamento dos processos em fase de programação e projeto;
- Energia – redução do efeito de estufa: desempenho energético e ajustamento dos consumos elétricos nos espaços privados e comuns;
- Estaleiro: organização do estaleiro, gestão dos resíduos do estaleiro, resposta aos impactes do estaleiro, redução da poluição e balanço do estaleiro.

Ações verdes	• Informação dos habitats e dos gestores;
Fileira da construção	• Escolha dos materiais; • Rotulagem ambiental dos materiais; • Utilização de materiais renováveis; • Durabilidade do envelope do edifício;
Água	• Qualidade dos equipamentos individuais e coletivos ; • Ajustamento dos consumos;
Conforto e Saúde	• Acústica interior e exterior; • Conforto térmico de Inverno e Verão; • Arejamento e ventilação da habitação; • Adaptação à gestão seletiva tripartida dos resíduos;
Gestão ambiental das operações	• Conjunto de elementos que permitem definir o perfil ambiental adaptado às especificidades do local e atender às partes interessadas; • Organizar as operações para atender aos níveis de desempenho dos temas técnicos que compõem o perfil a atingir; • Ajustamento dos processos em fase de programação e projeto;
Energia - redução do efeito de estufa	• Desempenho energético; • Ajustamento dos consumos elétricos nos espaços privados e comuns;
Estaleiro	• Organização do estaleiro; • Gestão dos resíduos do estaleiro; • Resposta aos impactos do estaleiro; • Redução da poluição e balanço do estaleiro.

Figura 3.6 - Temas ambientais que agrupam domínios técnicos, considerados pelo CERQUAL, adaptado de [9]

3.2.5. COMPARABILIDADE DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

As prioridades definidas por cada um dos sistemas analisados no ponto anterior tornam difícil a homogeneização dos diferentes métodos. Apesar das vantagens na partilha de conhecimentos, os sistemas de avaliação, quando homogeneizados, poderão levar a uma perda de sensibilidade. É de salientar assim, a importância do conhecimento desses sistemas para descrever corretamente quais as características que na prática podem ser utilizadas para cada caso e em cada realidade [34].

A avaliação da sustentabilidade feita pelas ferramentas LiderA, BREEAM, LEED e HQE traduz-se numa lista de pré-requisitos e ponderação de pontuações de acordo com o desempenho. Para adquirir o reconhecimento da sustentabilidade é essencial o cumprimento de todos os pré-requisitos.

Nos quadros a seguir apresentados, mostra-se uma breve comparação dos sistemas apresentados anteriormente, nomeadamente no que se refere aos indicadores utilizados para cada vertente. Salienta-se que quando cada indicador é comum em pelo menos 3 dos sistemas de avaliação, este destaca-se com cor diferente.

Quadro 3.1 - Comparação dos diferentes métodos, segundo a vertente relacionada com o Ambiente, adaptado de [9]

Vertente	Tema	Subtema	LiderA	BREEAM	HQE	LEED
Ambiente	Prevenção de resíduos	Gestão de resíduos	✓	✓	✓	✓
	Consumo de água	Eficiência na utilização de água	✓	✓	✓	✓
	Uso do solo	Reutilização de locais previamente desenvolvidos	✓	✓	✓	✓
		Contaminação dos solos e reutilização	✓	✓	✓	-
		Pegada do edifício	✓	✓	✓	✓
	Gestão do ambiente	Políticas ambientais	✓	✓	✓	-
	Clima e risco geológico	Minimização dos riscos climáticos regionais	✓	✓	✓	✓
		Minimização de riscos específicos de geofísica regional	✓	-	✓	-
		Caudal das emissões atmosféricas	✓	✓	✓	
	Energia	Otimização do consumo de energia	✓	✓	✓	✓
		Uso de energias renováveis	✓	✓	✓	✓
	Materiais	Uso de materiais de baixo impacte ambiental	✓	✓	✓	✓
	Estaleiro	Estaleiro de obras com baixo impacte ambiental	-	-	✓	-

Quadro 3.2 - Comparação dos diferentes métodos, segundo a vertente Económica, adaptado de [9]

Vertente	Tema	Subtema	LiderA	BREEAM	HQE	LEED
Economia	Manutenção	Facilidade de manutenção	✓	✓	✓	✓
	Flexibilidade	Adaptabilidade ao uso	✓	-	✓	-
	Durabilidade	Durabilidade do edifício	✓	-	✓	-
	Custo Ciclo de Vida	Estratégia para baixar o custo ciclo de vida	✓	✓	✓	-

Quadro 3.3 - Comparação dos diferentes métodos, segundo a vertente Social, adaptado de [9]

Vertente	Tema	Subtema	LiderA	BREEAM	HQE	LEED
Social	Conforto	Iluminação e conforto visual	✓	✓	✓	✓
		Conforto térmico	✓	✓	✓	✓
		Conforto acústico	✓	✓	✓	-
		Condições de ventilação	✓	✓	✓	✓
		Satisfação dos ocupantes	✓	✓	✓	✓
		Espaço ao ar livre	-	✓	✓	-
	Saúde	Qualidade do ar interior	✓	✓	✓	✓
		Qualidade da água potável	-	-	✓	-
	Acessibilidades	Acessibilidades aos transportes públicos e serviços	✓	✓	✓	✓
		Percurso pedonal seguro e adequado	✓	✓	✓	-
		Ciclo vias seguras e adequadas	✓	✓	✓	✓
		Facilitar/incentivar a utilização de meios alternativos de transporte	✓	✓	✓	✓
	Responsabilidade Social	Interação social	✓	-	✓	-

A avaliação da sustentabilidade depende, essencialmente, dos seguintes aspetos a considerar [15]:

- Da importância relativa que se confere a cada uma das questões do desenvolvimento sustentável;
- Da lista de parâmetros e indicadores ponderados na avaliação;
- Do tipo de utilização do edifício;
- De fatores socioculturais, económicos, e dos problemas ambientais particulares de uma determinada região.

Das figuras anteriores é de realçar que os sistemas mais completos, isto é, os que abrangem um maior número de indicadores, são os sistemas LiderA e o HQE.

3.3. ABORDAGEM SUSTENTÁVEL ÀS FASES DO CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES

Hodiernamente, um dos maiores desafios da indústria da construção é construir edifícios de baixo teor de carbono de modo a maximizar o seu valor para os clientes e a sociedade em geral, com uma utilização otimizada de recursos. Existe uma crescente urgência em garantir um uso mais eficiente de energia, de água e de outros recursos naturais. Assim, a conceção de edifícios sustentáveis tem um papel fundamental a desempenhar [35].

Nos edifícios, o seu ciclo de vida é analisado desde a ideia de o conceber até à sua demolição [36].



Figura 3.7 - Ciclo de Vida dos Edifícios [28]

Todas as fases de ciclo de vida dos edifícios estão interligadas, isto é, para que seja atingida uma situação ideal de sustentabilidade é necessário que todas as fases adotem medidas sustentáveis. Por exemplo, uma boa gestão de resíduos provenientes de uma demolição e seguinte reciclagem pode dar origem ao betão reciclado que servirá para uma nova construção, figura 3.14 [4].

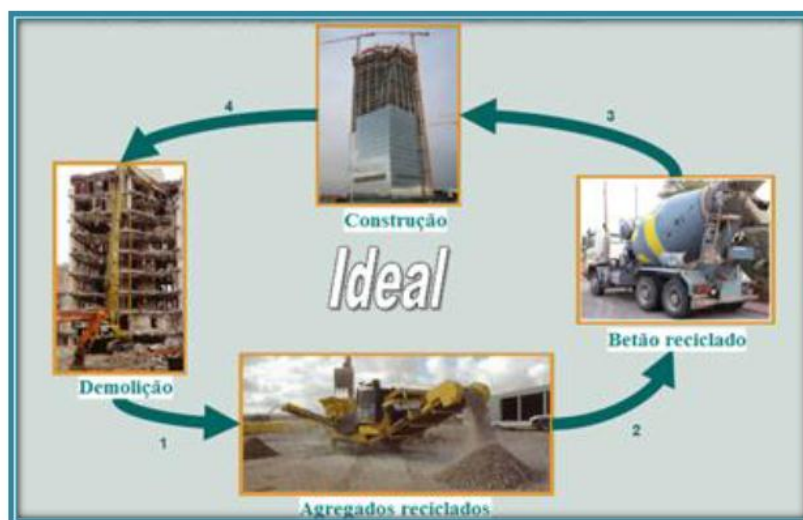


Figura 3.8 - Situação Ideal para uma construção sustentável na perspectiva dos resíduos [4]

3.3.1. FASE DE PROJETO

Nesta fase o dono de obra expõe os seus requisitos e vontades para o projeto a construir. Define-se o programa preliminar com as condicionantes do local e da obra (geográficas, climatéricas, económicas, etc.). Também se define as necessidades de funcionamento, o equipamento necessário, os condicionamentos ambientais, acústicos e térmicos, limites de custo e viabilidade financeira [9].

É uma fase de consciência e definição do contexto de sustentabilidade para o projeto. Neste período, o cliente também define os seus requisitos de sustentabilidade e as suas expectativas relativas à vida do edifício, bem como os custos associados. Pode-se dizer que há uma identificação do potencial de valorização económica de acordo com as aspirações do cliente [35].

A fase de planeamento e conceção baseia-se no levantamento das condições que possibilitam a execução do projeto. No que diz respeito ao planeamento e localização, são previstos os impactes no local que podem resultar do traçado, da localização, da ocupação do solo, dos materiais a utilizar, entre outros. Esta fase é, talvez, a mais importante, na medida em que as opções de projeto refletem-se nas outras fases do ciclo de vida da construção, designadamente por decisões quanto ao local, à conceção, aos fornecedores, aos materiais a utilizar, às necessidades energéticas e de água e outras [1, 35].

Esta fase é de extrema importância, pois é aqui que se tomam decisões, que podem levar a uma conceção com a preocupação de reduzir os impactes da construção e da operação, quer a nível dos materiais, quer a nível energético [1, 35].

3.3.2. FASE DE CONSTRUÇÃO

Na fase de construção insere-se a fase de concurso, o início da construção, a conclusão e a receção da obra pelo Dono de Obra. A esta fase associa-se a intervenção no local, com alteração do uso do solo, consumo de matérias-primas, energia e água, bem como alterações no ambiente natural ou construído. As tarefas desta fase requerem energia e, consequentemente, produzem emissões, aumentando o tráfego devido ao transporte dos materiais de construção. Poderão existir problemas de poluição acústica e vibrações [1, 9, 35].

A produção de resíduos é um impacto que deve ser gerido com o maior cuidado. Os resíduos podem ser aproveitados, reutilizados, valorizados ou enviados para aterro.

Devem ser garantidos todos os critérios de sustentabilidade definidos anteriormente [35].

3.3.3. FASE DE OPERAÇÃO

A fase de operação inicia-se na receção da obra por parte do proprietário e vai até ao final da utilização do edifício ou empreendimento. Devem ser previstas operações de manutenção e renovações pontuais. Os impactes relevantes a esta fase, são [1]:

- O consumo de energia;
- O consumo de água;
- O consumo de materiais;
- A produção de resíduos;
- A produção de efluentes;
- A produção de ruído;
- Emissão de gases para a atmosfera.

Na operação e manutenção dos edifícios são produzidos resíduos resultantes dos materiais não aproveitados. O uso de materiais com substâncias perigosas, radioatividade natural e ainda condições de humidade, temperatura ou ventilação inadequadas podem provocar problemas de saúde nos

utilizadores. Deste modo, requer-se que o ambiente interior, nomeadamente, o conforto, a saúde e segurança dos utilizadores, enquanto aspetos importantes a ter em consideração, seja analisado com bastante detalhe. O aumento das necessidades de transporte, a alteração do tráfego local, a pressão sobre os serviços urbanos e a criação de emprego e riqueza são também alguns dos efeitos provocados pela utilização do empreendimento [1].

Os efeitos decorrentes da fase em análise são graduais e diferidos no tempo (geralmente dezenas de anos), no entanto acabam por consumir recursos, gerar emissões, alterar o ambiente natural e construído de forma mais significativa que na fase de construção [1].

3.3.4. FASE DE DEMOLIÇÃO

Esta fase apresenta, em geral, os mesmos impactes já referidos nas fases anteriores. Todavia, resulta, nesta fase, uma maior produção de resíduos que está associada à eliminação. Já no que respeita ao nível da energia também existem impactes significativos, bem como produção de ruído e vibrações [1].

A figura abaixo representada (Figura 3.9) mostra as principais questões associadas a cada fase do ciclo de vida dos edifícios. É da competência dos diversos intervenientes na construção/operação zelar pelo cumprimento destes objetivos durante as fases do ciclo de vida das construções.

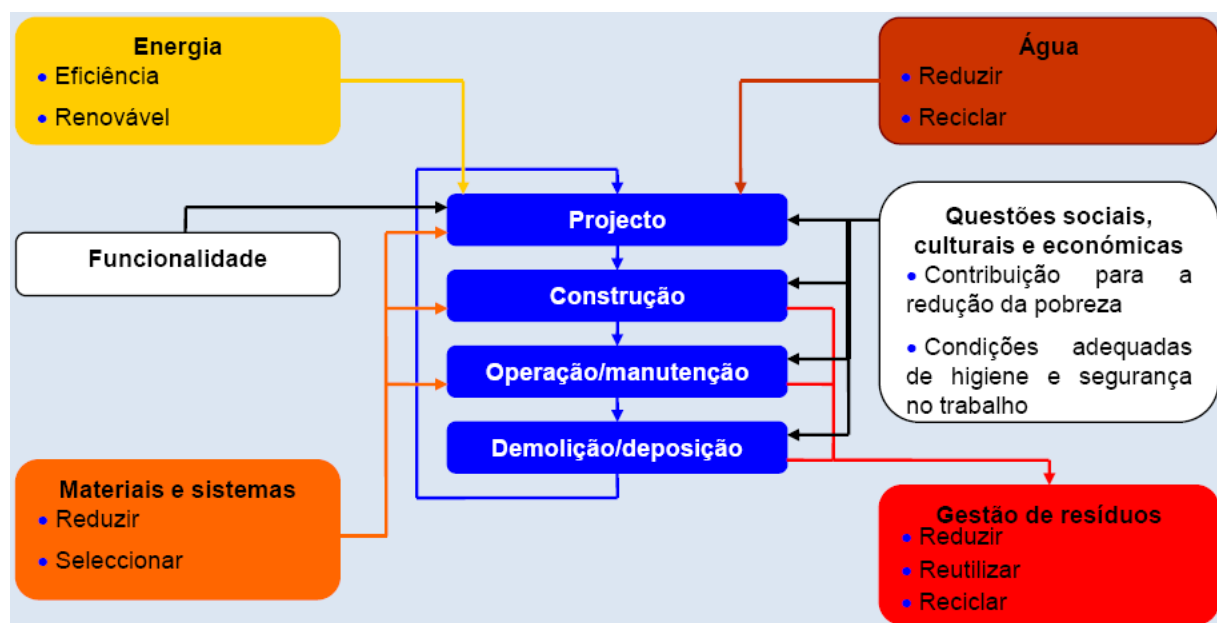


Figura 3.9 - Principais questões associadas ao ciclo de vida dos edifícios [26]

3.3.5. INTEGRAÇÃO DOS INDICADORES DOS SISTEMAS DE AVALIAÇÃO NAS FASES DO CICLO DE VIDA DAS CONSTRUÇÕES

No ponto 3.2 foram abordados os principais métodos de avaliação da sustentabilidade em edifícios, da qual se destacam indicadores de sustentabilidade que são comuns aos sistemas analisados. Deste modo, a figura 3.10 apresenta a importância, representada por cores, de cada indicador em cada fase do ciclo de vida.

	Fases do Ciclo de Vida dos Edifícios			
	Projeto	Construção	Operação/Manutenção	Demolição
Gestão de resíduos				
Eficiência na utilização de água				
Reutilização de locais previamente desenvolvidos				
Contaminação dos solos e reutilização				
Pérgada do edifício				
Políticas ambientais				
Minimização dos riscos climáticos regionais				
Caudal das emissões atmosféricas				
Otimização do consumo de energia				
Uso de energias renováveis				
Uso de materiais de baixo impacte ambiental				
Iluminação e conforto visual				
Conforto térmico				
Conforto acústico				
Condições de ventilação				
Satisfação dos ocupantes				
Qualidade do ar interior				
Acessibilidades aos transportes públicos e serviços				
Percurso pedonal seguro e adequado				
Ciclo vias seguras e adequadas				
Facilitar/incentivar a utilização de meios alternativos de transporte				
Estratégia para baixar o custo ciclo de vida				

Importância reduzida	
Importância média	
Importância elevada	

Figura 3.10 - Integração dos indicadores de sustentabilidade nas fases do Ciclo de Vida dos Edifícios, adaptado de [9]

O quadro representado na figura anterior funciona como matriz de correlação, em que as cores representam a importância crescente que cada indicador apresenta em cada fase do ciclo de vida do edifício.

3.4. SUSTENTABILIDADE EM ESTALEIROS DE OBRA

3.4.1. INTRODUÇÃO

Muitas empresas não atribuem a merecida importância à implantação de um estaleiro em obra. Este pode causar impactos significativos a nível visual, sonoro, poluição e consumo de recursos. Os impactos atingem a sociedade a uma escala local, através dos trabalhadores, vizinhança e ecossistema do terreno, e a uma escala global, que se traduz na sociedade, nomeadamente no que se refere à poluição [37]. Um outro grande impacto é a geração de resíduos, sendo de grande importância a gestão destes no estaleiro de obra, não só pela quantidade, mas também pelo depósito, muitas vezes, em locais inadequados [38].

Embora a dimensão ambiental do conceito de sustentabilidade seja muito importante no estaleiro de obra, a dimensão social e económica não deve cair em esquecimento, pois existem diversos pontos a ter em consideração. O principal aspeto diz respeito à higiene, segurança e saúde dos trabalhadores, havendo também questões relacionadas com a criação de emprego e o impacto na economia local [37].

É fundamental analisar quais os riscos associados à implantação de um estaleiro de modo a reduzir os impactos ambientais causados por esta fase. Essencialmente, estes impactos resultam de trabalhos desenvolvidos no decorrer da obra, e muitos deles podem ser controlados pelo empreiteiro. Para isso, é necessário conhecer quais os impactos associados a cada etapa da construção, de modo a selecionar onde atuar em primeiro lugar e quais as prioridades. Considera-se que, não está ao alcance do empreiteiro atuar a todos os níveis, agravando-se com a limitação dos recursos disponíveis atualmente [38].

3.4.2. RISCOS QUE DECORREM DA IMPLANTAÇÃO DE ESTALEIROS

Nos pontos a seguir vão ser indicados os principais impactos gerados pelas operações no estaleiro de obra.

3.4.2.1. Demolição de Edifícios

A partir dos meados do século XX, mais concretamente na década de 60, o edificado português sofreu grandes modificações, até a generalização do uso de betão como solução corrente. Até então a construção residia na utilização de uma estrutura mista de betão e alvenaria [39]. A demolição destas edificações gera um grande volume de resíduos, o que implica um grande volume de aterro que exige transporte, com o uso de camiões, que dificultam o tráfego nos acessos locais. Outro problema reside nos equipamentos a utilizar, deve haver um cuidado suplementar, pois um equipamento mal selecionado e mal utilizado pode provar danos a edificações vizinhas. Uma má gestão do processo de demolição pode levar igualmente ao aumento de resíduos sólidos nas águas superficiais da região, uma vez que estes podem ser conduzidos pela água da chuva [38].

3.4.2.2. Desmatação e Decapagem

O ato de limpar as terras através da desmatação e decapagem altera a qualidade paisagística. Este aspeto provoca uma alteração do ecossistema local e consequentemente apresenta riscos para a fauna e a flora. A eliminação da camada superficial do solo vai expor as camadas inferiores que geralmente são mais propícias à ocorrência de erosão. Este processo, em pequena escala, pode levar à poluição

das ruas vizinhas, enquanto em maior escala os efeitos são mais graves, podendo em caso extremo levar a desmoronamentos e acidentes [38].

3.4.2.3. Instalações Provisórias

Estas instalações provam, naturalmente, impacte paisagístico. Para além deste problema, as instalações provisórias mal acondicionadas podem trazer riscos à saúde, pois por vezes as condições de higiene são precárias, e à segurança dos trabalhadores, devido ao seu mal acondicionamento [38].

No que se refere às ligações provisórias, como por exemplo as instalações elétricas, também devem ser instaladas com rigor e precaução, pois quando são mal executadas, é posta em causa a segurança dos trabalhadores. Por sua vez, as instalações provisórias de água, quando utilizadas em abundância podem levar à escassez de água nas imediações à obra. As condutas de saneamento básico devem apresentar boas condições de modo a não ocorrer vazão. Quando isto não acontece, a saúde dos trabalhadores e da vizinhança pode estar em risco, provocando também odores e tornando-se um incómodo para a comunidade [38].

No processo de escavação, há que ter especial cuidado com as redes existentes no local, de modo a não provocar rompimento, pois caso isto aconteça pode causar-se incómodos à comunidade através da interrupção do fornecimento de água ou gás. No caso da rede de esgotos, o seu rompimento pode levar à contaminação das águas subterrâneas [38].

Nas superfícies que são impermeáveis, como o estacionamento, pode haver alteração do regime de escoamento devido à diminuição da água absorvida pelo solo. Com o aumento do escoamento superficial, a solicitação da rede de drenagem local aumenta, podendo provocar alagamento das vias e terrenos [38].

3.4.2.4. Armazenamento e Manuseamento de Materiais

O armazenamento e o manuseamento incorreto de materiais, nomeadamente, materiais perigosos, podem causar contaminação química dos solos, no caso de ocorrer vazamento, além da deterioração da qualidade do ar, através da emissão de compostos orgânicos e gases, com impacte na alteração das condições de saúde dos trabalhadores. Os materiais também devem ser corretamente armazenados, em condições ideais, seguindo-se para tal as recomendações referidas nas suas fichas técnicas [38].

3.4.2.5. Circulação e Manutenção de Equipamentos

A circulação de equipamentos, máquinas e veículos pode causar impactes no ambiente, entre os quais a emissão de gases e partículas, que deterioram a qualidade do ar. A poluição sonora também é um impacte a ter em consideração, devido à magnitude dos ruídos dos equipamentos. Nas zonas rurais, o ruído pode ainda interferir no ecossistema. Relativamente à comunidade, o ruído provocado e o aumento de circulação de veículos nas vias pode tornar-se um incómodo. A segurança dos edifícios vizinhos pode ser posta em causa pela má condução de certos equipamentos, como por exemplo a grua, provocando danos a edificações vizinhas [38].

A manutenção e limpeza dos equipamentos, quando feitas sobre solo permeável podem provocar contaminação química do solo, alterando a qualidade da água subterrânea através, por exemplo, do derrame de óleo ou produtos de limpeza. No entanto, a falta de manutenção pode originar deterioração da qualidade do ar, pela excessiva emissão de poluentes [38].

3.4.2.6. Criação de Resíduos

O sector da construção civil em Portugal é responsável por uma parte muito significativa dos resíduos gerados, a exemplo do que se verifica também nos restantes estados membros da União Europeia. O

facto de se associarem quantidades significativas de resíduos, a heterogenia e as diferentes dimensões dificultam a gestão de resíduos [38].

A gestão de resíduos compreende sete operações: recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação. Estas operações são fundamentais e possibilitam a sua valorização através da reutilização e da reciclagem [40]. No entanto, uma inadequada gestão de resíduos pode originar alguns impactes, como por exemplo [38]:

- Aumento do volume de aterro, pois devido a uma má triagem, os resíduos que podem ser reciclados e reutilizados, não o serão;
- Alteração da qualidade das águas superficiais e aumento da quantidade de resíduos sólidos nas linhas de água;
- Risco para a saúde dos trabalhadores, pois por vezes os resíduos não apresentam um adequado acondicionamento;
- Incómodo para a comunidade, no caso de haver queda de resíduos durante o transporte.

O destino inadequado dos resíduos considerados perigosos também podem provocar graves problemas na saúde dos trabalhadores, bem como na saúde da vizinhança, pois há contacto com substâncias tóxicas. Os resíduos em questão também não devem estar em contacto com a fauna e flora, com risco de contaminação química do solo através da penetração de substâncias tóxicas aquando um possível derrame dos resíduos perigosos [38].

Por vezes existe o hábito de queimar os resíduos no local do estaleiro. Esta ação é extremamente perigosa para a saúde dos trabalhadores e das populações vizinhas, deteriorando também a qualidade do ar [38].

3.4.2.7. Danos a Terceiros

A vibração dos equipamentos utilizados pelos trabalhadores, quando aliada ao ruído, pode ser prejudicial para a saúde, levando, não raras vezes, à perda gradual de audição. Nas edificações vizinhas, podem ocorrer patologias, que poderão estar associadas à vibração dos equipamentos a atuar na obra. Deste modo, a vibração e o ruído devem apresentar valores aceitáveis, de acordo com a norma em vigor [38].

4

PROPOSTA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA

4.1. INTRODUÇÃO

Uma das ferramentas adequadas para a análise da sustentabilidade em obra é a utilização de indicadores. O principal e tradicional uso dos indicadores reside na monitorização da alteração do comportamento num sistema, neste caso, em obras, sendo o indicador um instrumento de acompanhamento dessas alterações, fornecendo informações sobre o presente estado e a evolução do sistema [41].

Pretende-se ao longo deste capítulo propor uma forma de cálculo para o Índice de Sustentabilidade em Obra, através da definição de indicadores ambientais, sociais e económicos.

Primeiramente far-se-á uma análise estatística de indicadores utilizados por uma empresa portuguesa, aplicados a diferentes obras, tornando-se, posteriormente, na ferramenta para o cálculo do Índice de Gestão de Sustentabilidade em Obra (IGSO) dessa mesma empresa.

No seguimento do capítulo será proposta uma lista de verificação para a fase de construção com aplicabilidade na análise da sustentabilidade em obra. O capítulo fica concluído com uma proposta do cálculo do Índice de Sustentabilidade em Obra (IS).

4.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS INDICADORES DE UMA EMPRESA

4.2.1. ENQUADRAMENTO

A presente análise estatística visa o tratamento dos dados de uma dada empresa portuguesa, de média dimensão, no que respeita a indicadores utilizados para o cálculo do índice de gestão de sustentabilidade da mesma.

Deste modo vão ser analisados dados de 15 obras, localizadas em Portugal. Estas foram divididas em 4 categorias:

- Vias de Comunicação;
- Hidráulica;
- Construção e Reabilitação;
- Outros.

- A duração das obras é igual ou superior a 6 meses. A duração é considerada um parâmetro de seleção. É de realçar que os dados em análise se referem ao ano de 2011.

A análise consiste no cálculo da média, do desvio-padrão e do coeficiente de variação para a amostra em estudo, para cada indicador utilizado pela empresa. A apresentação de resultados será sob a forma de gráficos com um estudo comparativo entre as diferentes obras.

Quadro 4.1 - Breve Descrição das Obras

Categoria	Tipo de Obra	Abreviatura utilizada
Vias de Comunicação	Autoestrada	Obra A
	Autoestrada	Obra B
	Acessos rodoviários	Obra C
	Autoestrada	Obra D
Hidráulica	Rede de rega, viária e drenagem	Obra E
	Infraestruturas de rega e drenagem	Obra F
	Reforço de potência do escalão de uma barragem	Obra G
	Conceção, projeto e construção de infraestruturas	Obra H
	Conceção, projeto e construção de infraestruturas	Obra I
	Construção do reservatório, redes de rega, viária e de drenagem	Obra J
Construção e Reabilitação	Empreendimento turístico	Obra K
	Adaptação do edifício do antigo a pousada	Obra L
	Remodelação de zona pública	Obra M
Outros	Conceção e construção de um parque de estacionamento	Obra N
	Central de valorização orgânica	Obra O

4.2.2. DESCRIÇÃO DOS INDICADORES

O problema que surge atualmente na construção civil, é aplicar um conceito de sustentabilidade, demasiado complexo e amplo a um setor tão técnico, onde prima a qualidade, o custo e os prazos e ainda mais os requisitos técnicos de cada dono de obra e de cada caso em particular [42].

A aplicação mais comum do conceito de sustentabilidade na construção é feita sob a forma de indicadores. Deste modo, o sistema de indicadores para a avaliação da sustentabilidade em obra permite o estudo de alternativas de acordo com o seu impacto no ambiente, sociedade e economia e selecionar as opções mais sustentáveis [42].

O sistema de indicadores utilizado pela empresa, é composto por 4 categorias:

- Indicadores Gerais da Obra;
- Indicadores de Desempenho Ambiental;
- Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança;

- Indicadores de Economia e Cadeia de Valor.

Cada indicador apresenta uma periodicidade mensal. No final de cada ano é feito o somatório dos registos mensais do ano inteiro, resultando um valor acumulado anual. Desta forma é calculado o Índice de Gestão de Sustentabilidade em Obra a partir da média aritmética do valor acumulado dos indicadores. Nos quadros seguintes são especificados os indicadores utilizados, de acordo com a sua categoria.

Quadro 4.2 - Indicadores Gerais de Obra

Categoria	Indicador	Unidade
Indicadores Gerais de Obra	Trabalhadores em obra	Nº
	Trabalhadores novos	Nº
	Horas trabalhadas	Nº
	Acidentes com baixa	Nº
	Dias úteis perdidos	Nº
	Despesas em gestão ambiental e gestão da segurança e saúde	€
	Diferença entre o valor orçamentado e despesas para a gestão ambiental e gestão da segurança e saúde	€
	Valor da produção em falta	€

Quadro 4.3 - Indicadores de Desempenho Ambiental

Categoria	Indicador	Unidade
Indicadores de Desempenho Ambiental	Eletricidade	kWh
	Gás propano	kg
	Gás butano	kg
	Consumo total de energia	Gás natural
		Gasóleo (equipamentos)
		Gasóleo gerador
		Gasolina (equipamentos)
	Consumo total de água	Rede pública
		Furos e outras captações
		Reutilização de água
	Produção total de resíduos	Enviados para valorização
		Enviados para eliminação
		Reutilização/incorporação
	Produção total de solos e rochas	Reutilização

Enviados para aterro

ton

Quadro 4.4 - Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança

Categoria	Indicador	Unidade
Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança	Índice de frequência	NA
	Índice de gravidade	NA
	Formação em gestão ambiental	Total de horas formadas dadas h
		Total de trabalhadores formados Nº
	Formação em segurança e saúde no trabalho	Total de horas formadas dadas h
		Total de trabalhadores formados Nº
	Formação em qualidade	Total de horas formadas dadas h
		Total de trabalhadores formados Nº
	Não conformidades ambientais	Nº
	Não conformidades em segurança e saúde no trabalho	Nº
	Não conformidade em qualidade	Nº

Quadro 4.5 - Indicadores de Economia e Cadeia de Valor

Categoria	Indicador	Unidade
Indicadores de Economia e Cadeia de Valor	Total de investimento na Comunidade	Contrapartidas €
		Donativos €
	Fornecedores	Locais (<50km) €
	(volume de compras)	Outros (>50km) €
	Multas, coimas, sanções – financeiras	€
	Ações sociais internas	€
	Reclamações	Nº
	Produção mensal	€
	Produção mensal, por trabalhador	€/trab

4.2.3. ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise de resultados é feita com recurso a medidas de localização e de dispersão: média, desvio padrão e coeficiente de variação.

As medidas de localização ou tendência central determinam a ordem de grandeza da amostra. Relativamente às medidas de dispersão, estas oferecem um resumo parcial de um conjunto de dados. São utilizadas para analisar a maior ou menor flutuação à volta da tendência central [43].

O desvio padrão mede a variabilidade dos indicadores à volta da média. Se este for igual a zero, não há variabilidade e nesse caso todos os valores são iguais à média.

O coeficiente de variação pode ser entendido como o peso do desvio padrão em relação à amostra. Esta medida torna-se bastante importante, pois é através dela que é possível comparar duas amostras diferentes. Salienta-se que quanto menor o seu valor, mais homogêneo são os dados. Um valor do coeficiente de variação superior a 50% indica heterogeneidade dos dados, e quanto maior este valor menos representativa será a média.

Torna-se necessário atribuir a cada indicador uma abreviatura simples e lógica, de modo a permitir uma melhor qualidade dos gráficos, tornando mais simples a sua leitura e interpretação.

Para cada categoria vão ser analisados e comparados os indicadores mais relevantes ao nível da sustentabilidade em obra.

A seguir apresenta-se uma análise dos indicadores já descritos, aplicados às 15 obras.

4.2.3.1. Indicadores Gerais de Obra

As abreviaturas atribuídas aos Indicadores Gerais de Obra estão apresentadas no quadro a seguir

Quadro 4.6 - Abreviaturas dos Indicadores Gerais de Obra

Categoria	Indicador	Abreviatura
Indicadores Gerais de Obra	Trabalhadores em obra	G1
	Trabalhadores novos	G2
	Horas trabalhadas	G3
	Acidentes com baixa	G4
	Dias úteis perdidos	G5
	Despesas em gestão ambiental e gestão da segurança e saúde	G6
	Diferença entre o valor orçamentado e despesas para a gestão ambiental e gestão da segurança e saúde	G7
	Valor da produção em falta	G8

Trabalhadores em Obra (G1)

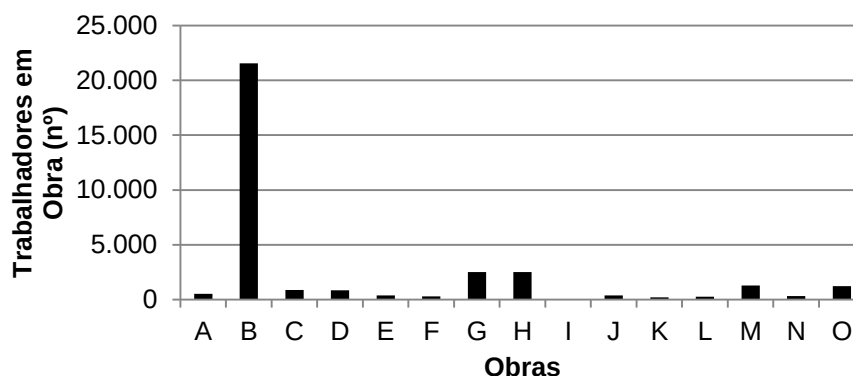


Figura 4.1 - Número de Trabalhadores em Obra

Numa abordagem à Figura 4.1 verifica-se que a obra B tem incomparavelmente o maior número de trabalhadores, ultrapassando os 20.000, no ano 2011. Este facto deve-se possivelmente à grandeza da obra B, pois trata-se de uma obra de vias de comunicação, sendo a construção de uma autoestrada.

Nas restantes obras somente as obras G e H, apresentam valores com algum significado, relativamente à amostra, com aproximadamente 2.500 trabalhadores.

A duração da obra também pode ser um fator relevante, pois o período de análise varia entre 6 e 12 meses, o que pode justificar a diferença verificada.

Acidentes com Baixa (G4)

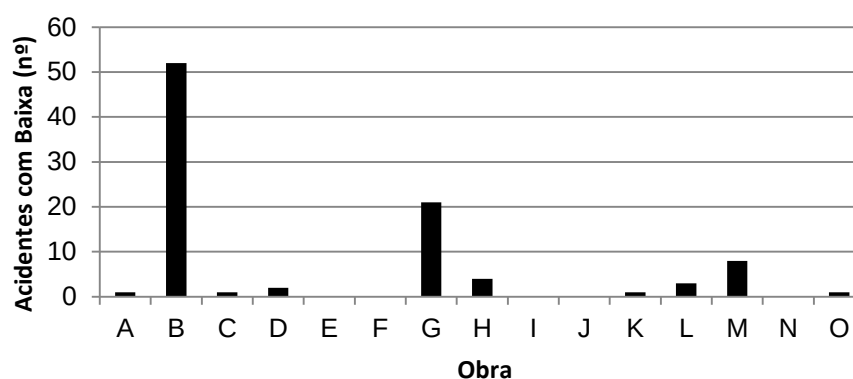


Figura 4.2 - Número de Acidentes com Baixa, por obra

Entende-se por acidentes com baixa unicamente o nº de acidentes em que é apresentada baixa médica, após algum sinistro em obra.

De acordo com a análise da Figura 4.2, o maior número de acidentes com baixa regista-se na obra B, seguido das G e M. Nas restantes obras não são significativos os acidentes com baixa verificados, sendo que nas obras E, F, I, J e N não se registaram acidentes.

Refere-se novamente que o elevado nº de acidentes com baixa na obra B pode ser justificado, possivelmente, devido à dimensão da obra e ao período em análise.

Constata-se que paralelamente à figura anterior (figura 4.1) o valores mais relevante mantém-se na obra B e as obras G, H e M apresentam algum significado.

Despesas em Gestão Ambiental, Segurança e Saúde (G6)

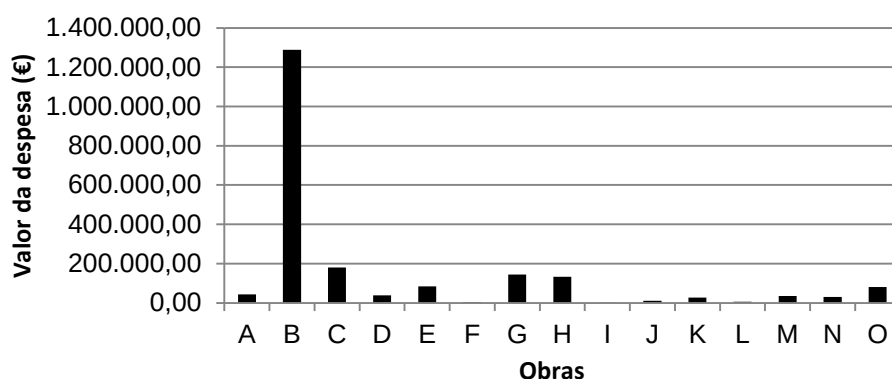


Figura 4.3 - Valor das despesas em Gestão Ambiental, Segurança e Saúde, por obra

Segundo a Figura 4.3, verifica-se que em todas as obras foram efetuadas despesas em Gestão Ambiental, Segurança e Saúde. É na obra B que o valor desta despesa é mais relevante, superior a 1.200.000,00€, sendo que nas obras C, G e H os valores se aproximam dos 200.000,00€.

Estes valores estão consoantes com a figura 4.1, pois um maior número de trabalhadores implica um maior número de despesas em segurança e saúde.

O valor reportado para despesas em gestão ambiental refere-se a licenciamentos ambientais, gestão de resíduos e monitorizações. Aqui não se torna explícito o valor gasto apenas em gestão ambiental, porém se considerarmos que a obra B apresenta uma dimensão que a torna diferente das obras em análise, naturalmente pode-se dizer que a obra que terá maior despesa em gestão ambiental será esta.

Comparação Geral

No quadro que se segue, estão representados os valores das medidas de localização e dispersão calculadas, nas vertentes de média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Quadro 4.7 - Dados Gerais dos Indicadores Gerais de Obra

Categoria	Abreviatura	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
Indicadores Gerais de Obra	G1	1.480	4.435	244
	G2	309	833	226
	G3	362.754	1.216.939	273
	G4	4	11	220
	G5	98	303	253
	G6	94.019	265.280	229
	G7	112.173	244.426	190
	G8	13.798.787	19.120.408	129

A comparação dos indicadores será feita com recurso ao coeficiente de variação, permitindo, com esta medida, comparar valores de diferentes amostras, o que se torna útil para o estudo em questão.

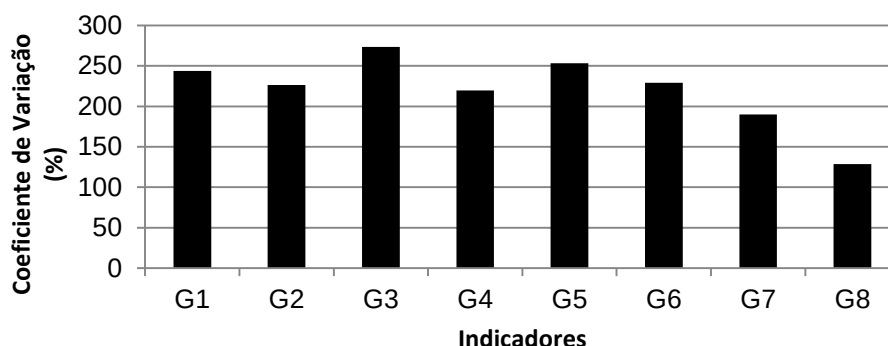


Figura 4.4 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores Gerais de Obra

Conforme a Figura 4.4, o Coeficiente de Variação foi superior a 100% em todos os indicadores e ainda superior a 200% na maioria destes, exceto nos indicadores G7 e G8. O indicador G3 foi aquele que teve maior Coeficiente de Variação.

Assim verifica-se uma heterogeneidade muito grande entre os dados, pois apresentam, como já referido anteriormente, valores acima de 50%.

4.2.3.2. Indicadores de Desempenho Ambiental

No quadro 4.8, estão representados de forma simplificada os indicadores de desempenho ambiental, todavia, nem todos serão analisados, como já referido.

Quadro 4.8 - Abreviaturas dos Indicadores de Desempenho Ambiental

Categoria	Indicador	Abreviatura
Indicadores de Desempenho Ambiental	Consumo total de Energia	A1
	Consumo total de Água	A2
	Reutilização de Água	A3
	Produção total de Resíduos	A4
	Produção total de Solos e Rochas	A5

Inicialmente serão analisados os valores relativos ao Consumo total de energia, e depois o Consumo total de água. Posteriormente, estudar-se-á a Reutilização total de água e por fim, a Produção total de resíduos. Finaliza-se este ponto com uma comparação geral dos valores da média, desvio-padrão e coeficientes de variação dos indicadores supracitados.

Consumo Total de Energia (A1)

O consumo total de energia é materializado pelo consumo de sete parcelas, que se encontram descritas no quadro 4.9, bem como o consumo relativo a cada parcela e sua unidade.

Quadro 4.9 - Consumo Total de Energia

Categoria		Indicador	Consumo Total	Unidade
Indicadores de Desempenho Ambiental	Consumo total de Energia	Eletricidade	4.060.015	kWh
		Gás propano	16.196	kg
		Gás butano	0	kg
		Gás natural	0	m³
		Gasóleo (equipamentos)	17.826.911	L
		Gasóleo gerador	208.503	L
		Gasolina (equipamentos)	16.480	L

Na figura seguinte, apresenta-se sob a forma de gráfico o consumo total energia, de acordo com a fonte energética.

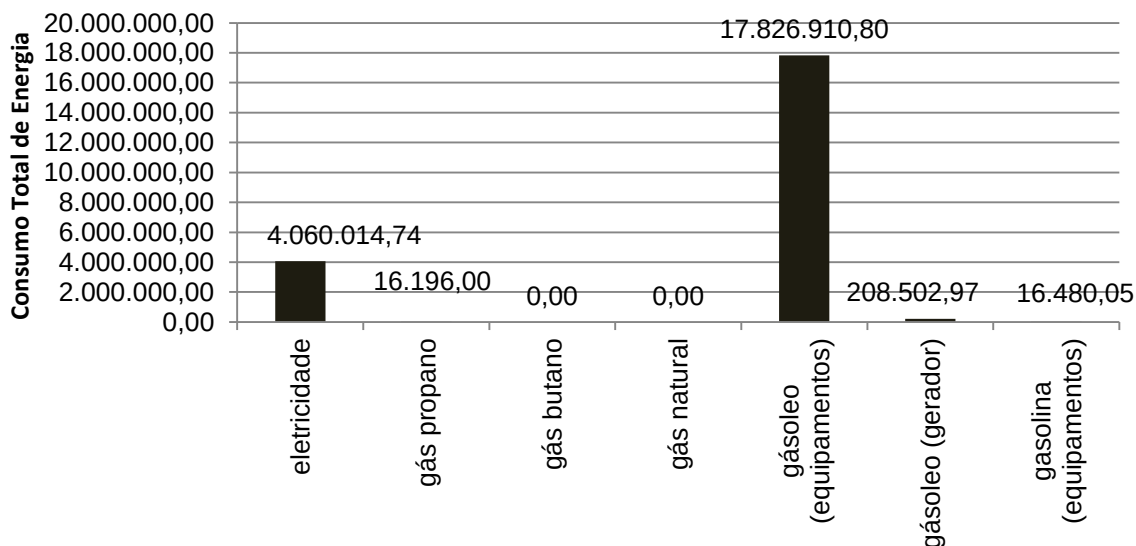


Figura 4.5 - Representação gráfica do Consumo Total de Energia

Da análise da Figura 4.5, verifica-se que Gasóleo (equipamentos) é substancialmente o maior consumidor de energia, seguido da Eletricidade e do Gasóleo (gerador). Não se verifica consumo de Gás butano, Gás natural e existem consumos reduzidos de Gás propano, Gasóleo (gerador) e Gasolina (equipamentos).

É de revelar, um elevado consumo de energia por parte dos equipamentos afetos às obras, não incluindo gastos com a frota automóvel.

Salienta-se ainda, ao nível da sustentabilidade, a importância destes dados, pois não existe qualquer fonte de energia renovável.

De seguida será analisado, por obra, o consumo de Eletricidade e de Gasóleo respeitante aos equipamentos, pois, ainda de acordo com a figura 4.5, foram as fontes de energia mais utilizadas.

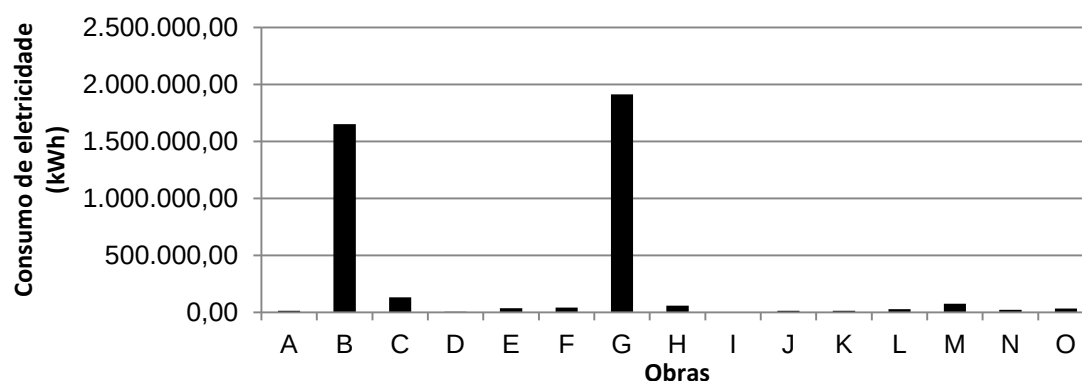


Figura 4.6 - Representação gráfica do Consumo Total de Eletricidade, por obra

Atendendo à Figura 4.6, os maiores consumos verificaram-se na obra B e G. Nas restantes obras os consumos não são relevantes.

Deve-se referir um facto importante, que consiste no elevado consumo por parte da obra G, ultrapassando o valor do consumo de Eletricidade da obra B, que anteriormente se apresentava como a obra com maiores valores nos indicadores.

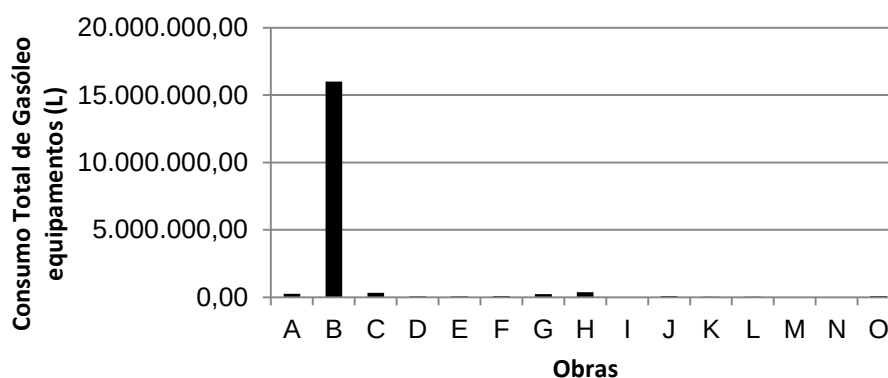


Figura 4.7 - Representação gráfica do Consumo Total de Gasóleo, dos equipamentos, por obra

Perante a análise da Figura 4.7 é na obra B que se regista o elevado consumo de Gasóleo nos equipamentos. Todavia, esse valor resulta muito provavelmente da dimensão da obra, pois trata-se de uma autoestrada. Nas restantes obras é reduzido esse tipo de consumo.

Comparando o consumo de Eletricidade (figura 4.6) com o consumo de Gasóleo (figura 4.7), a obra B consome 10 vezes mais Gasóleo que Eletricidade. No entanto, embora não seja perceptível, a obra G consome aproximadamente o mesmo valor, em bruto.

Consumo Total de Água (A2)

Nas obras em análise, a água disponível para consumo é proveniente da rede pública e/ou de furos e outras captações. Deste modo, no quadro seguinte representa-se o consumo total de água.

Quadro 4.10 - Consumo Total de Água

Categoria	Indicador	Consumo Total	Unidade
Indicadores de Desempenho Ambiental	Consumo total de Água	28.504	m ³
	Furos e outras captações	209.964	m ³

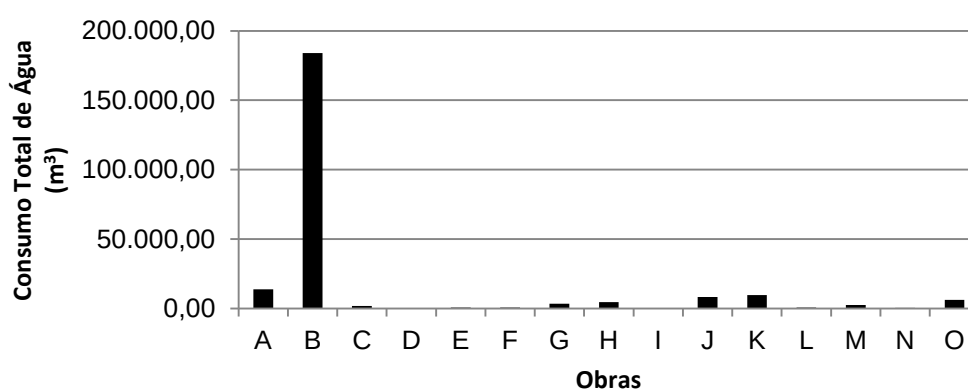


Figura 4.8 - Consumo Total de Água, por obra

De acordo com a Figura 4.8, é na obra B que se verifica o maior consumo total de água, de forma assinalável. Nas restantes obras é reduzido o consumo, comparativamente à amostra.

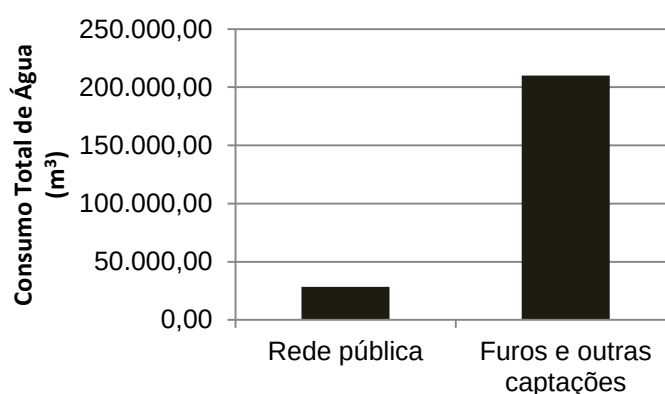


Figura 4.9 - Representação Gráfica do Consumo Total de Água

Pela análise da Figura 4.9 o consumo de água através de Furos e outras captações é superior a 200.000 m³, enquanto o consumo através da Rede pública é inferior a 50.000 m³. Esta diferença de valores é assinalável, traduzindo-se numa diferença de 12%, aproximadamente.

Reutilização Total de Água (A3)

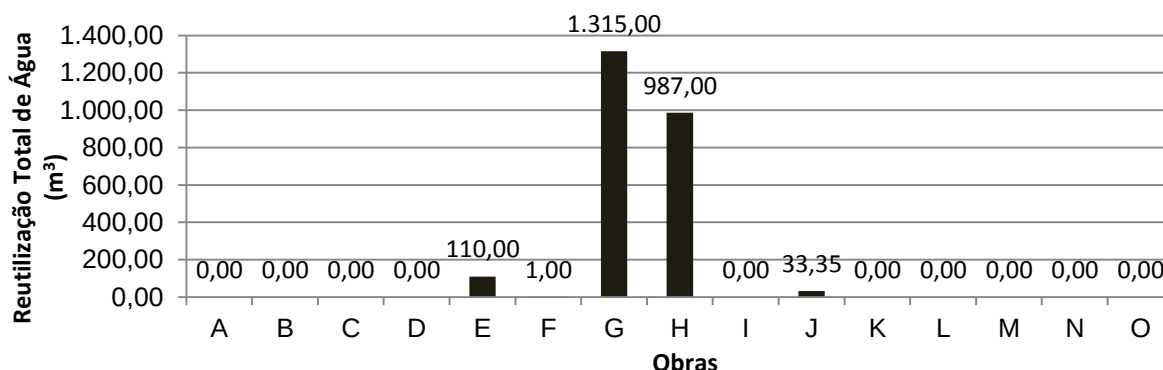


Figura 4.10 - Reutilização Total de Água

A Reutilização de água com maior significado verifica-se nas obras G e H, e com menor significado nas obras E, F e J. Nas restantes não se regista qualquer Reutilização da água, conforme se pode verificar pela análise da Figura 4.10.

A obra B que inicialmente apresentava maiores valores, não apresenta qualquer Reutilização de água. Dá-se importância ao elevado valor de Reutilização de água da obra G e H em relação à amostra, sendo um princípio muito apreciável da prática da sustentabilidade em obra.

Produção Total de Resíduos (A4)

Os resíduos podem ser diferenciados consoante o seu destino, podendo, neste caso, serem enviados para valorização, para eliminação e ainda podem ser reutilizados ou incorporados na obra.

Quadro 4.11 - Produção Total de Resíduos

Categoria	Indicador	Consumo Total	Unidade
Indicadores de Desempenho Ambiental	Enviados para valorização	318.216	ton
	Enviados para eliminação	160	ton
	Reutilização/ incorporação	169.493	ton

De seguida, apresenta-se a quantidade total de resíduos produzidos, de acordo com o seu destino.

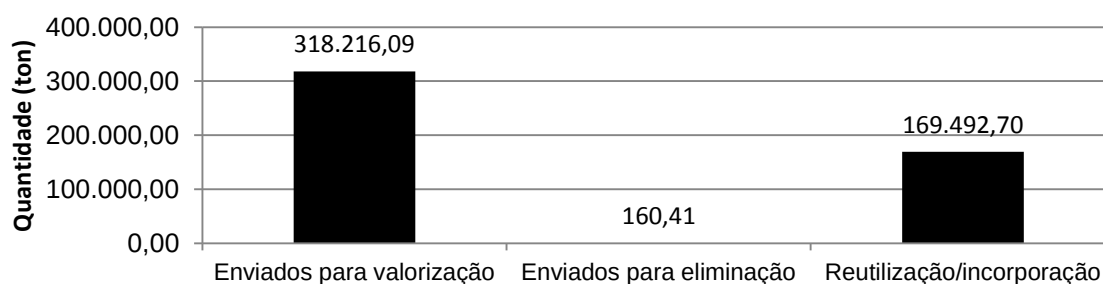


Figura 4.11 - Representação Gráfica da Quantidade de Resíduos Produzidos

Segundo a Figura 4.11, a quantidades de resíduos Enviados para valorização são aqueles que apresentam maior valor, sendo aproximadamente o dobro da quantidade dos Resíduos reutilizados. A quantidade enviada para Eliminação apresenta valores pouco significativos.

Do ponto de vista da sustentabilidade, os valores são muito positivos, uma vez que os resíduos são na sua maioria aproveitados, quer para serem valorizados, podendo ser reciclados, quer para serem reutilizados em obra.

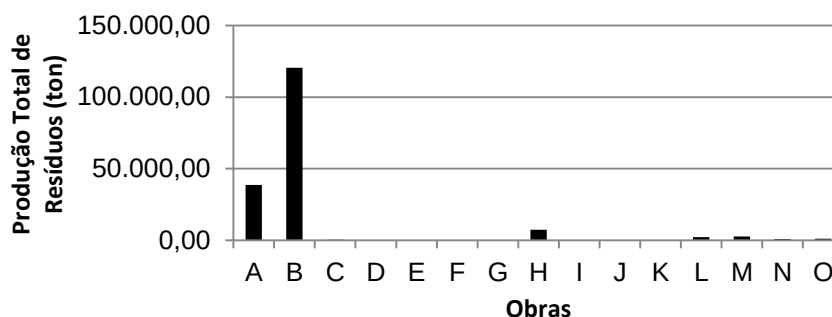


Figura 4.12 - Produção Total de Resíduos, por obra

Pela análise da Figura 4.12 depreende-se que a maior produção de resíduos se verifica na obra B, traduzindo-se num valor superior ao somatório dos resíduos produzidos nas restantes obras, pois as obras C, D, E, F, G, I, J e K apresentam uma produção insignificante.

Pode-se concluir que a obra B apresenta uma grande quantidade de produção de resíduos, aproximadamente 120.000 toneladas, aventando-se a possibilidade de derivar da dimensão da obra.

Comparação Geral

No quadro 4.12 são indicados os valores relativos às medidas estatísticas já referidas, para os indicadores de desempenho ambiental.

Quadro 4.12 - Dados Gerais dos Indicadores de Desempenho Ambiental

Categoria	Abreviatura	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
Indicadores de Desempenho Ambiental	A2	15.844	46.714	295
	A3	163	407	250
	A4	502.220	1.899.088	378
	A5	1.234.036	4.665.780	378

Opta-se novamente por utilizar o coeficiente de variação como medida de comparação.

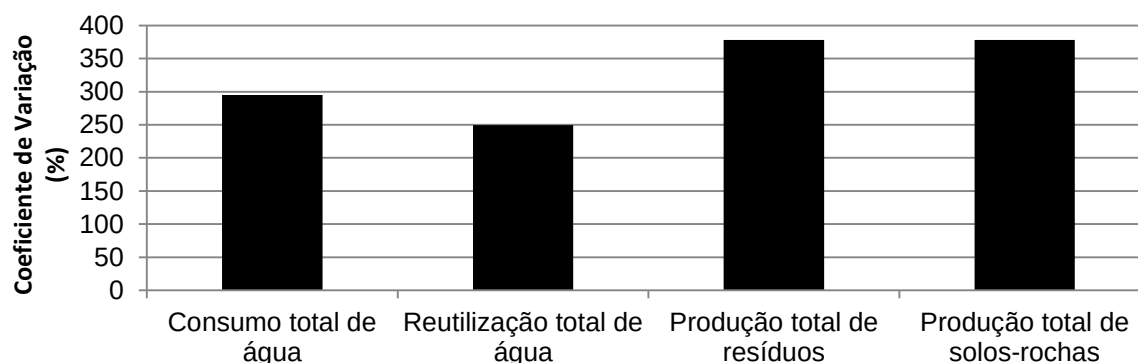


Figura 4.13 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores de Desempenho Ambiental

A Figura 4.13 demonstra que as maiores percentagens de Coeficiente de Variação se verificam na Produção total de resíduos e na Produção total de solos-rochas, ambos com valores idênticos, seguidos do Consumo total de água e Reutilização total de água, respetivamente. Porém, todos os valores são superiores a 50%, indicando assim uma diferença significativa dos valores em análise.

4.2.3.3. Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança

No quadro seguinte, indica-se os indicadores que respeitam a categoria Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança. Também se definiram as abreviaturas utilizadas.

Quadro 4.13 - Abreviaturas dos Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança

Categoria	Indicador	Abreviatura
Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança	Índice de frequência	Q1
	Índice de gravidade	Q2
	Formação em gestão ambiental	Q3
	Formação em segurança e saúde no trabalho	Q4
	Formação em qualidade	Q5
	Não conformidades ambientais	Q6
	Não conformidades em segurança e saúde no trabalho	Q7
	Não conformidade em qualidade	Q8

No seguimento deste ponto, vai-se analisar os valores que dizem respeito ao Índice de Gravidade, aos Indicadores de Formação e aos Indicadores de Não Conformidades.

Índice de Gravidade (Q2)

O Índice de Gravidade é calculado através do nº de dias perdidos por milhão de horas trabalhadas.

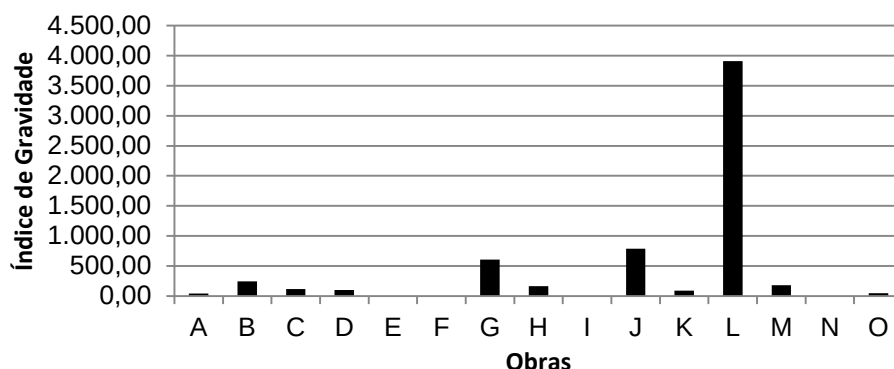


Figura 4.14 - Índice de Gravidade, por obra

De acordo com a Figura 4.14 constata-se que o maior Índice de Gravidade se verifica na obra L, sendo o seu valor superior ao somatório dos Índices de Gravidade das restantes obras onde se registaram valores referentes a este indicador, pois nas obras E, F e N não há registos.

A obra L apresenta um resultado que não seria de esperar, na ordem dos 3.900, podendo ser considerado um valor elevado.

Comparação dos Indicadores de Formação

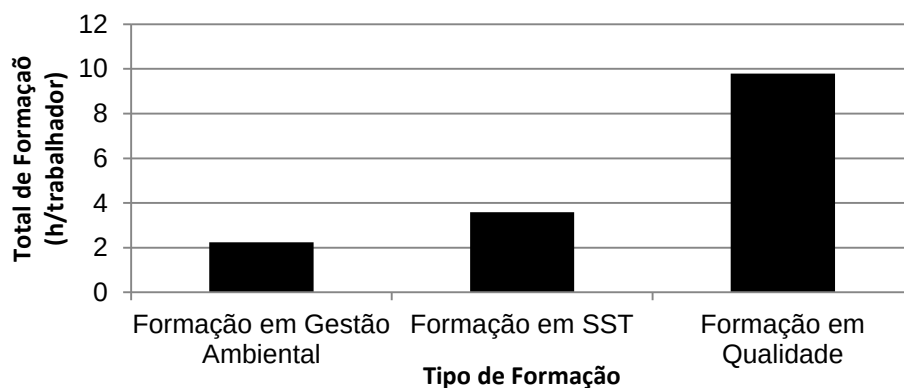


Figura 4.15 - Representação gráfica do Total de Horas de Formação, por trabalhador

Sequencialmente o menor número de horas de formação por trabalhador verifica-se na Gestão Ambiental, seguido da Formação em SST e por fim a Formação em Qualidade é aquela que detém incomparavelmente o maior número de horas de formação por trabalhador, conforme se pode depreender da Figura 4.15.

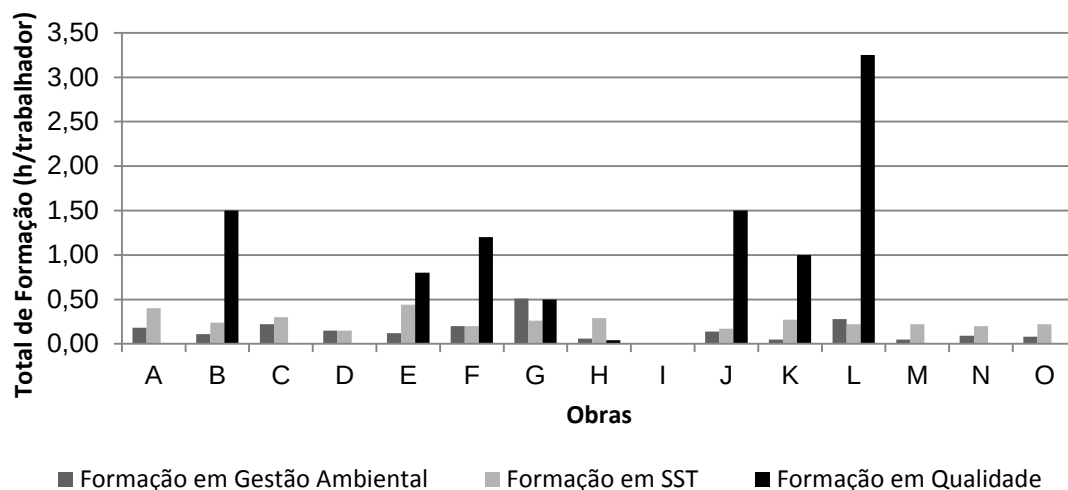


Figura 4.16 - Total de Formação, por obra

Nas obras em que se verifica formação nas três áreas, o número de horas por trabalhador em Formação em Qualidade supera de forma distinta os restantes tipos de formação. Existem obras, nomeadamente na A, C, D, M, N, e O, nas quais a Formação em Qualidade não foi ministrada e na obra I não se realizou qualquer formação nestas áreas. Nas obras em que foi ministrada formação em Gestão Ambiental e em SST nunca foi ultrapassado o valor de 0,50 horas por trabalhador. É de salientar que o número de horas por trabalhador em formação em Gestão Ambiental é a que apresenta de uma forma global o menor número de horas de formação (Figura 4.16).

Comparação dos Indicadores de Não Conformidade

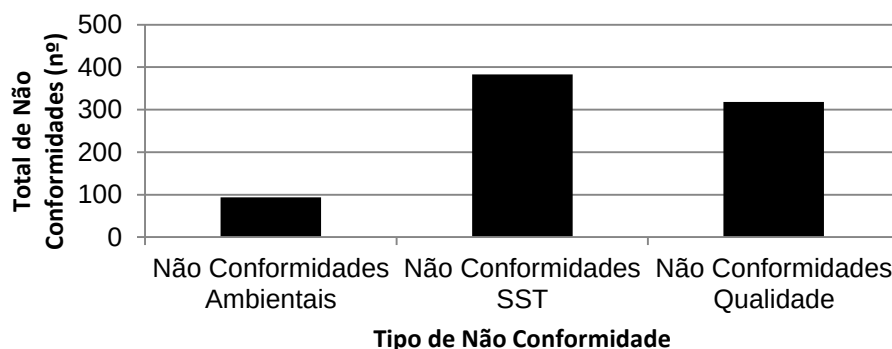


Figura 4.17 - Representação gráfica do Total de Não Conformidades

Por ordem decrescente verifica-se mais não conformidades na área de SST, com um valor aproximado ao somatório das não conformidades dos restantes indicadores, seguido da não conformidade em Qualidade e por fim da na vertente Ambiental.

No gráfico seguinte, mostra-se o nº de não conformidades verificadas para cada obra em estudo.

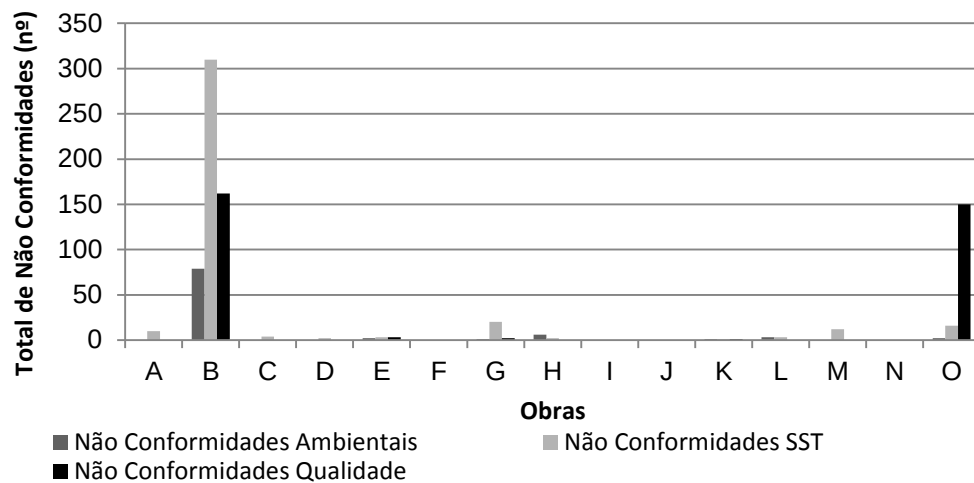


Figura 4.18 - Total de Não Conformidades, por obra

De acordo com a Figura 4.18 o maior número de situações de não conformidade, Ambientais, Qualidade e SST, encontram-se na obra B. Exceto a obra O em que teve cerca de 150 situações de não conformidade Ambiental, as restantes obras apresentam situações de não conformidade em todas as vertentes pouco relevantes, havendo até obras (F, I, J e N) sem ocorrências de não conformidade.

Comparação Geral

No quadro 4.14 são indicados os valores relativos às medidas de dispersão e localização, para os indicadores de qualidade, ambiente e segurança.

Quadro 4.14 - Dados Gerais dos Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança

Categoria	Abreviatura	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
Indicadores Qualidade, Ambiente e Segurança	Q1	15	19	133
	Q2	419	992	237
	Q3	0	0	83
	Q4	0	0	43
	Q5	1	1	142
	Q6	6	20	322
	Q7	26	79	309
	Q8	21	55	258

Mais uma vez, a medida utilizada para comparar os indicadores é o coeficiente de variação.

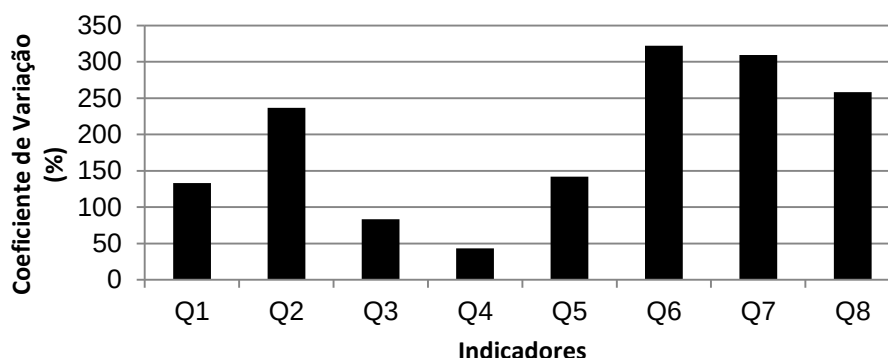


Figura 4.19 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores de Qualidade, Ambiente e Segurança

Reportando à Figura 4.19 os indicadores Q2, Q6, Q7 e Q8 são aqueles que apresentam maior percentagem de Coeficiente de Variação, situando-se entre os 237% e 322%. Os restantes indicadores não ultrapassam os 142%.

Salienta-se que para esta categoria, os valores do coeficiente de variação não são tão uniformes. Para o indicador Q4 este é inferior a 50% podendo dizer-se que existe alguma homogeneidade dos dados. No entanto, para os restantes indicadores, reflete-se heterogeneidade de valores, pois o coeficiente em questão apresenta valores superiores a 50%.

4.2.3.4. Indicadores de Economia e Cadeia de Valor

As abreviaturas utilizadas para identificar os Indicadores de Economia e Cadeia de Valor estão apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 4.15 - Abreviaturas dos Indicadores de Economia e Cadeia de Valor

Categoria	Indicador	Abreviatura
Indicadores de Economia e Cadeia de Valor	Total de investimento na comunidade	E1
	Fornecedores (volume de compras)	E2
	Multas, coimas, sanções – financeiras	E3
	Ações sociais internas	E4
	Reclamações	E5
	Produção mensal	E6
	Produção, mensal por trabalhador	E7

No decorrer da análise, far-se-á uma abordagem ao investimento total na comunidade, ao volume de compras feitas a fornecedores e ao nº de reclamações existentes.

Total de Investimento na Comunidade (E1)

O investimento na comunidade é suportado por duas parcelas: Contrapartidas e Donativos. Na figura a seguir apresentada, é indicado o valor total de investimento realizado.

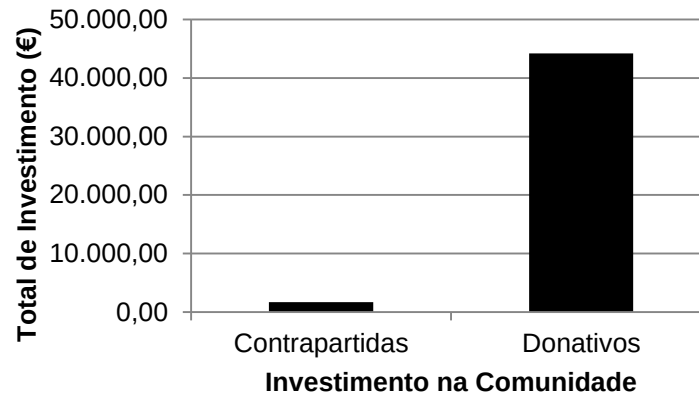


Figura 4.20 - Representação gráfica do Investimento na Comunidade

Pelo transcrito na Figura 4.20, é de realçar que a grande fatia do Investimento na Comunidade é efetuada através de donativos, com um valor aproximado de 43.000€.

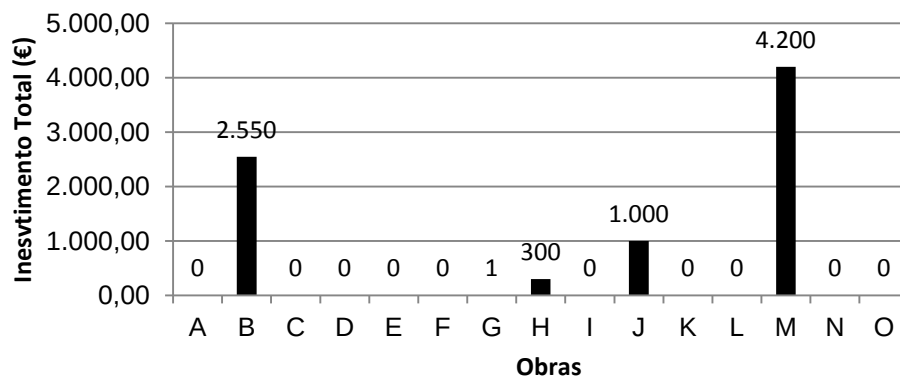


Figura 4.21 - Investimento Total na Comunidade, por obra

Pela análise da Figura 4.21, verifica-se que somente nas obras B, H, J e M existe investimento na Comunidade, sendo as mais representativas a obra B e M.

Fornecedores (volume de compras) (E2)

O volume de compras feito a fornecedores locais e a outros fornecedores é indicado no quadro 4.16. Salienta-se que são considerados fornecedores locais, os que se encontram num raio de 50km.

Quadro 4.16 - Valores de Volume de Compras

Indicador	Obras	Volume de Compras (€)		Volume de Compras Total (€)
		Fornecedores Locais	Outros Fornecedores	
Fornecedores (Volume de Compras)	A	1.219.699	2.401.732	3.621.431
	B	17.575.917	185.800.100	203.376.017
	C	734.201	1.095.595	1.829.796
	D	117.958	1.480.319	2.598.278
	E	220.213	3.167.388	3.387.601
	F	250.711	702.453	953.164
	G	1.462.092	11.121.246	12.583.339
	H	699.181	439.860	1.139.041
	I	39.098	0	39.098
	J	194.650	267.065	461.715
	K	77.604	726.765	804.369
	L	233.068	350.143	583.211
	M	1.083.584	4.752.293	5.835.877
	N	16.392	69.766	86.158
	O	1.087.500	242.000	1.329.500

Na figura 4.22 apresenta-se a representação gráfica do volume de compras associado a fornecedores locais e outros.

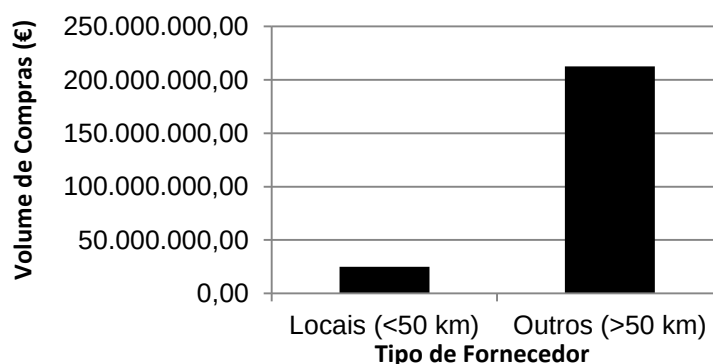


Figura 4.22 - Representação gráfica do Volume de Compras dos Fornecedores

O volume de compras a Outros Fornecedores (>50 Km) é substancialmente superior ao volume de compras a Fornecedores Locais (Figura 4.22), o que do ponto de vista sustentável, não é positivo. . Deve levar-se em linha de consideração que, no raio de 50km considerado, poderá não haver fornecedor para o material pretendido.

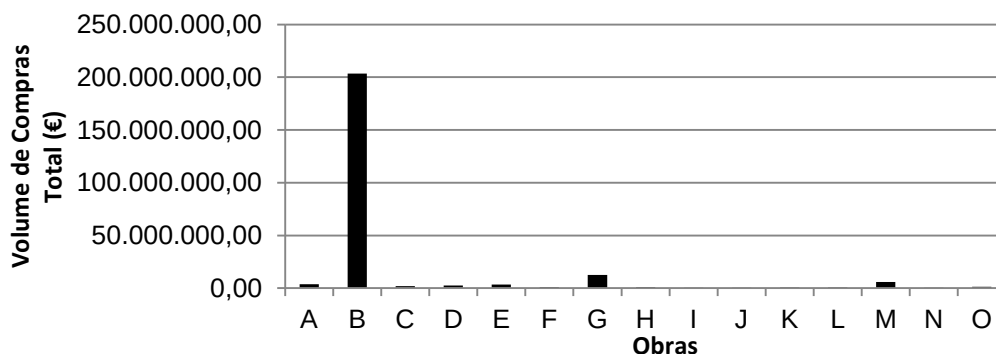


Figura 4.23 - Volume de Compras Total, por obra

Através da Figura 4.23, constata-se que a obra B é a que demonstra, de forma evidente o maior volume de compras. Este volume nas restantes obras não ultrapassa o montante aproximado de 12.500.000€ (obra G).

Reclamações (E5)

Para este indicador, são reportadas todas as reclamações, quer internas, quer externas, desde que sejam devidamente formalizadas.

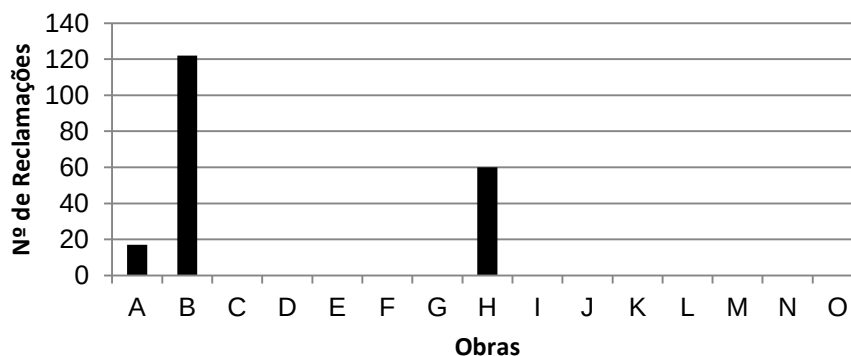


Figura 4.24 - Total de Reclamações, por obra

Relativamente ao número de reclamações por obra, verifica-se que somente nas obras A, B, e H existem reclamações, atingindo o valor máximo de 120 reclamações na obra B (Figura 4.24). Considerando-se um valor elevado. No entanto, uma possível causa é o elevado nº de trabalhadores em obra.

Comparação Geral

No quadro 4.17 são indicados os valores da média, desvio-padrão e coeficiente de variação, dos indicadores de Economia e Cadeia de Valores.

Quadro 4.17 - Dados Gerais dos Indicadores de Economia e Cadeia de Valores

Categoria	Abreviatura	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
Indicadores de Economia e Cadeia de Valores	E1	537	1.222	228
	E2	15.908.573	51.960.036	327
	E3	1.021	3.562	349
	E4	904	1.617	179
	E5	13	34	256
	E6	37.371.179	112.636.965	301
	E7	9.449	9.799	104

Como nos casos anteriores, utiliza-se mais uma vez o coeficiente de variação para comparar os indicadores.

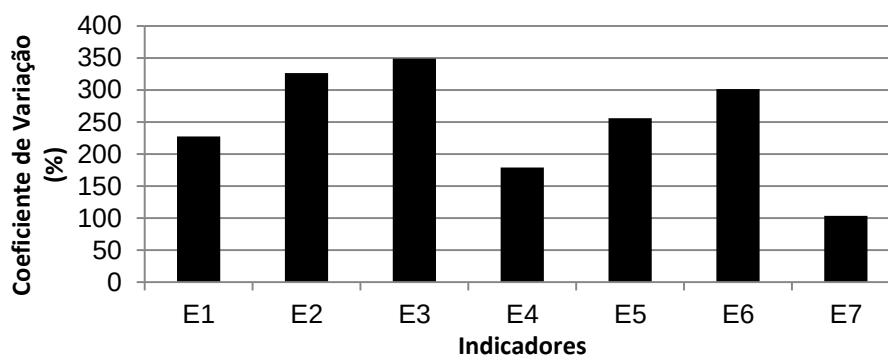


Figura 4.25 - Valores do Coeficiente de Variação para os Indicadores de Economia e Cadeia de Valores

O menor coeficiente de variação regista-se no indicador E7 (104%), subindo gradualmente a percentagem (E4-179%, E1-228%, E5-256%, E6-301%, E2-327%) até atingir a maior percentagem no indicador E3 (349%), conforme análise à Figura 4.25.

Os valores do coeficiente de variação não apresentam uniformidade entre si. Pode-se afirmar que os dados apresentam heterogeneidade, pois todos os valores são superiores a 50%, sendo o mais baixo, como já referido, igual a 104%, relativo ao indicador E7.

4.2.3.5. Conclusão

No decorrer da análise de resultados, foram apresentadas conclusões. Porém, neste ponto referem-se as conclusões de uma forma geral.

Deste modo, expõem-se, de forma sucinta, conclusões importantes que devem ser tidas em consideração:

- Os valores apresentados podem ser afetados pela dimensão da obra, bem como pelo período de análise dos dados, que varia entre 6 e 12 meses. Este facto pode justificar valores muito altos, como o caso da obra B, bem como valores muito baixos.
- O valor da média e desvio padrão não puderam ser utilizados como medida de comparação devido às diferentes unidades dos indicadores, e à não uniformidade destes.
- O coeficiente variação traduz uma grande heterogeneidade dos dados, pois à exceção de um indicador, os restantes apresentam valores superiores a 50%.

4.3. PROPOSTA DE UMA LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE EM FASE DE CONSTRUÇÃO

4.3.1. ENQUADRAMENTO

De acordo com alguns estudos, a indústria da construção e as suas atividades apresentam um impacto significativo no ambiente. O desempenho sustentável de um projeto de construção civil através do seu ciclo de vida é um aspeto indispensável para o desenvolvimento sustentável. A importância do desenvolvimento sustentável coloca-se no equilíbrio entre o desenvolvimento social, o desenvolvimento económico e o desenvolvimento ambiental [6].

Os efeitos ambientais adversos da construção civil têm sido amplamente abordados. Estes incluem, tipicamente, o consumo de energia, poeiras e emissão de gases, a poluição sonora, gestão de resíduos, mau uso da água, o uso indevido do solo e a poluição [6].

Os fatores que afetam a sustentabilidade num projeto de construção civil são diferentes em várias fases do ciclo de vida do projeto. Assim, o ciclo de vida de um projeto de construção pode ser definido como anteprojecto, projeto, projeto de execução, construção, exploração e demolição [44].

É apresentado, sob a forma de checklist, uma lista de desempenho sustentável para a fase de construção, de acordo com o desenvolvimento social, económico e desenvolvimento ambiental.

4.3.2. APRESENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA LISTA DE VERIFICAÇÃO

Na prática da construção sustentável, foram introduzidos 7 princípios a implementar [45]:

1. Conservar, para minimizar o consumo de recursos.
2. Reutilizar, para maximizar a reutilização de recursos.
3. Renovar e reciclar, de modo a utilizar os recursos reciclados e os renovados.
4. Proteger a natureza, isto é, o ambiente natural.
5. Utilizar materiais não tóxicos, para tornar o ambiente saudável.
6. Benefícios económicos, permitindo a análise dos custos do ciclo de vida.
7. Garantir produtos de qualidade.

Assim, a sustentabilidade social visa melhorar a qualidade de vida humana, garantir empregabilidade e promover formação aos intervenientes no setor da construção civil, a segurança também é um aspeto fundamental.

No respeitante à sustentabilidade económica, atribui-se a função de garantir competitividade, uma escolha de fornecedores e empreiteiros responsáveis, bem como um controlo de custos racional.

A sustentabilidade ambiental requer a minimização do consumo dos quatro recursos mais importantes ao nível da sustentabilidade (água, energia, solo e materiais) e a maximização da reutilização de recursos e reciclagem. O uso de recursos renováveis em detrimento dos não renováveis é um atributo deste parâmetro. É necessário minimizar a poluição do ar, do solo e da água, de modo a manter a vitalidade do planeta e a diversidade ecológica.

A lista de verificação proposta assenta nos princípios indicados e deve ser aplicada na fase de construção do projeto.

4.3.3. PROPOSTA DA LISTA DE VERIFICAÇÃO A APLICAR NA FASE DE CONSTRUÇÃO

No quadro 4.18 apresenta-se a proposta da lista de verificação, sob a forma de checklist, que visa ser aplicada na fase de construção.

Quadro 4.18 – Lista de Verificação para a fase de construção

Fase de Construção	
1. Desempenho Social	
Emprego direto	Criação de oportunidades de trabalho aquando a implementação do projeto no mercado de trabalho local, onde se inclui operários, técnicos e engenheiros.
Emprego indireto	Emprego gerado pelas indústrias e serviços associados à construção.
Segurança da obra	As medidas de segurança no local da obra e os seguros de acidentes de trabalho.
Segurança pública	Implantação de sistemas de sinalização, placas de advertência e medidas de segurança para pessoas externas a obra.
Melhoria das infraestruturas	Levantamento dos sistemas de drenagem de água, das estradas, energia e espaço para a construção da obra.
Tecnologia	Utilização de software para facilitar tarefas e agilizar operações.
2. Desempenho Económico	
Custo dos materiais	Custos para todos os tipos de materiais, como betão, aço, madeira, tijolo.
Custo da energia	Custos associados ao consumo de vários tipos de energia, como gasóleo, gasolina, gás.
Custo da água	Custos relativos à utilização de recursos hídricos e para trabalhar com águas superficiais e subterrâneas.
Custo dos equipamentos	Custos para utilização de várias ferramentas, veículos e gruas.
Custo de instalação	Custos associados à instalação dos equipamentos e instalações.
Escolha de fornecedores	Escolha de fornecedores tendo em consideração a distância ao local da obra e ao volume de compras associado ao fornecedor em questão.

3. Desempenho Ambiental

Uso do solo	Utilizar o solo de forma eficaz e identificar medidas para evitar a sua poluição.
Destruição do habitat natural	Proteção do meio ambiente, tanto para as pessoas como para os animais.
Emissão de gases e poeiras	Atenção à emissão de gases efeito de estufa.
Poluição sonora	O ruído e a vibração induzida pelas várias operações de construção.
Poluição da água	Atenção ao lançamento de resíduos químicos e poluentes orgânicos.
Geração de resíduos	Resíduos produzidos a partir das várias operações na obra.
Perturbação do conforto	Efeitos sobre o ambiente, sobre a população e no equilíbrio dos ecossistemas.
Energia e consumo de recursos	Minimizar o consumo de energia, essencialmente a não renovável. Promover a reutilização de água e aproveitamento da água da chuva.
Reutilização/reciclagem de materiais	Reutilização de componentes resultantes da construção, como madeira e aço e utilização de materiais reciclados.

4.4. PROPOSTA DO CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA

4.4.1. ENQUADRAMENTO

A sustentabilidade é, fundamentalmente, abordada em três áreas: ambiental, económica e social. Na realidade, a abordagem das empresas do ramo da construção civil às áreas referidas, não está uniformemente distribuída. Um estudo sobre as tendências atuais no setor da construção em Portugal, relacionado com a importante emergência da construção sustentável, teria grande valor para a indústria da construção, uma vez que permite reconhecer as diferenças das abordagens empresariais ao nível da sustentabilidade.

Este estudo foi realizado nos Estados Unidos da América, onde foram analisadas 300 empresas, entre as quais 150 donos de obra, 75 empreiteiros e 75 empresas projetistas. O estudo baseou-se numa análise dos relatórios anuais e nas declarações de missão/visão/valores, onde os principais objetivos eram os seguintes [46]:

- Identificar os conceitos de sustentabilidade que eram utilizados na indústria da construção nos EUA;
- Compreender as relações entre as empresas e vários grupos da indústria, no que diz respeito aos conceitos fundamentais da construção sustentável.

Acrescenta-se que as declarações de missão fornecem um guia para comportamentos e decisões. Uma declaração de visão descreve o estado futuro desejado pela empresa, enquanto a declaração de valores retrata os princípios ou conceitos de valor com o qual a empresa desenha a sua linha de ação. No respeitante aos relatórios anuais, estes refletem as práticas e princípios sobre como uma empresa conduz os seus negócios [46].

A partir do estudo, foi possível retirar algumas conclusões, no que diz respeito à abordagem da sustentabilidade por parte das empresas americanas analisadas [46]:

- Os pilares da sustentabilidade ambiental e social têm mais importância nos três grupos, que o pilar econômico;
- Os donos de obra atribuem mais importância ao ambiente e à sociedade. No entanto, de entre os donos de obra analisados, o pilar ambiental destaca-se nas empresas do setor industrial, como por exemplo a Shell;
- Os empreiteiros e as empresas projetistas atribuem muita importância ao ambiente, em detrimento da sociedade e economia. Porém, os empreiteiros de construção industrial têm um foco mínimo no parâmetro social da sustentabilidade, em contraste com os empreiteiros de construção civil.

Deste modo, a abordagem da sustentabilidade devia apresentar maior relevância e uniformidade nas empresas do setor da construção. A aplicação de ferramentas de avaliação da sustentabilidade tem uma crescente importância, contribuindo para uma padronização do desempenho sustentável no setor.

No presente capítulo, vai propor-se o cálculo do Índice de Sustentabilidade em Obra, como ferramenta de avaliação, a aplicar na fase de construção, permitindo a comparação do desempenho sustentável de diferentes obras. Para o cálculo do IS, é necessário definir as categorias, bem como os indicadores, que vão possibilitar o uso da ferramenta. Completar-se-á o cálculo com a aplicação de um sistema de pontuação e uma atribuição percentual aos indicadores.

4.4.2. APRESENTAÇÃO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA

O Índice de Sustentabilidade em Obra é uma ferramenta que visa ser usada para otimizar a sustentabilidade na fase de construção. Este apresenta como características fundamentais a simplicidade e facilidade de cálculo. A ferramenta fornece as seguintes funções:

- Identificação das principais questões relativas à sustentabilidade;
- Permite a utilização de uma medida geral de avaliação do desempenho sustentável em obra, com base em critérios pré-definidos, possibilitando a comparação do desempenho sustentável entre várias obras;
- Pode ser apresentado graficamente, de modo a ser mais facilmente compreendido;
- Aumenta a consistência dos problemas da sustentabilidade na fase de construção, o que ajuda à apreciação das questões envolvidas.

O IS destina-se a informar os empreiteiros acerca do desempenho sustentável das suas obras. A ferramenta é projetada para ser aplicada na fase de construção.

4.4.3. DEFINIÇÃO DAS CATEGORIAS

Para desenvolver a ferramenta de sustentabilidade, investigou-se as categorias mais relevantes para fase de construção. Inicialmente identificou-se as categorias de nível superior, que abordariam todos os aspetos de sustentabilidade em relação à fase de construção. Os três pilares da sustentabilidade, ambiente, economia e sociedade, formaram a base da classificação proposta, porém recursos e inovação também foram identificados como títulos de nível superior (apesar de os recursos serem um subconjunto do ambiente) devido à importância que estas questões possuem atualmente [47].

A partir das cinco categorias, identificaram-se subcategorias. Com base nas subcategorias e nos indicadores analisados no capítulo 4, foram identificadas as subcategorias mais relevantes, existindo também subcategorias novas, que foram propostas, devido à sua relevância para a fase de construção [47].

Deste modo, os atributos finais para cada categoria foram os seguintes:

- Ambiente: Ruído e Vibração, Atmosfera e Uso do Solo;
- Recursos: Materiais, Resíduos da Construção e Demolição (RCD), Água e Energia;
- Sociedade: Emprego, Segurança e Formação;
- Economia: Custos Diretos, Custos Indiretos, Fornecedores;
- Inovação: Processos Construtivos e Tecnologia Informática.

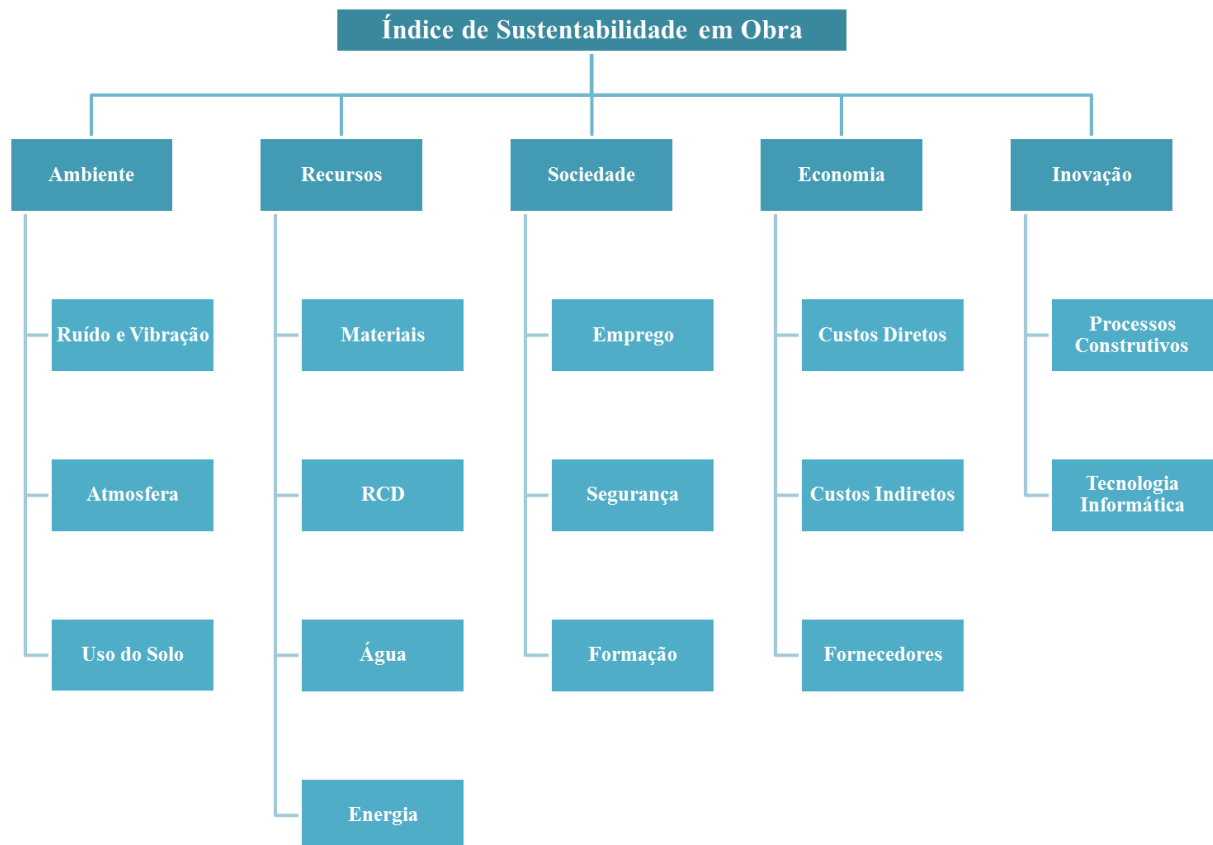


Figura 4.26 - Categorias do Índice de Sustentabilidade em Obra

4.4.4. PROPOSTA DOS INDICADORES

Na sequência da definição das categorias e subcategorias para desenvolver a ferramenta de sustentabilidade, definiu-se também os indicadores que incorporam as subcategorias. A partir dos indicadores utilizados pela empresa, abordados no capítulo 4, fez-se um refinamento destes, com a introdução de algumas variáveis que manifestem a dimensão da obra, como, por exemplo área bruta de construção e o número de equipamentos utilizados na obra. Foram propostos novos indicadores, com base em métodos de avaliação da sustentabilidade em edifícios, também já abordados no capítulo 3.

Quadro 4.19 - Indicadores para o Cálculo do Índice de Sustentabilidade em Obra

Categoria	Subcategoria	Abreviatura Subcategoria	Indicador	Abreviatura
Ambiente	Ruído e Vibração	A1	Indicador de Contaminação Acústica	A1.1
			Indicador do Nível de Vibração	A1.2
	Atmosfera	A2	Indicador de Destruição do Habitat Natural	A2.1
	Uso do Solo	A3	Indicador de Equilíbrio Aterro-Escavação	A3.1
			Indicador de Depósito de Terras	A3.2
			Indicador de Relação Depósito-Distância	A3.3
Recursos	Materiais	R1	Indicador do Consumo de Materiais Reciclados	R1.1
			Indicador do Consumo de Materiais Novos	R1.2
			Indicador do Consumo de Materiais Perigosos	R1.3
	RCD	R2	Indicador de Resíduos Reciclados	R2.1
			Indicador de Resíduos Reutilizados	R2.2
			Indicador de Resíduos Eliminados	R2.3
	Água	R3	Indicador do Consumo de Água da Rede Pública	R3.1
			Indicador do Consumo de Água de Furos e Captações	R3.2
			Indicador do Consumo de Água da Chuva	R3.3
			Indicador de Disponibilidade de Água Potável para Consumo Humano	R3.4
			Indicador da Reutilização de Água	R3.5
	Energia	R4	Indicador do Consumo de Eletricidade	R4.1
			Indicador do Consumo de Eletricidade Sustentável	R4.2
			Indicador do Consumo de Gás Butano	R4.3
			Indicador do Consumo de Gás Propano	R4.4
			Indicador do Consumo de Gás Natural	R4.5
			Indicador do Consumo de Gasóleo	R4.6
			Indicador do Consumo de Gasóleo do Gerador	R4.7
			Indicador do Consumo de Gasolina	R4.8
Sociedade	Emprego	S1	Indicador de Empregabilidade	S1.1

	Segurança	S2	Indicador de Acidentes em Obra	S2.1
			Indicador de Acidentes Graves em Obra	S2.2
			Indicador de Não Conformidades no PSS	S2.3
	Formação	S3	Indicador de Formação em Gestão Ambiental	S3.1
			Indicador de Formação em Segurança e Saúde no Trabalho	S3.2
			Indicador de Formação em Qualidade na Construção	S3.3
	Economia	E1	Indicador de Custo de Mão-de-obra direta	E1.1
			Indicador de Custo dos Materiais	E1.2
			Indicador de Custo dos Equipamentos	E1.3
		E2	Indicador de Custo de Mão-de-obra indireta	E2.1
			Indicador de Multas, Coimas e Sanções	E2.2
		E3	Indicador de Volume de Compras Locais	E3.1
			Indicador de Volume de Compras Nacionais	E3.2
			Indicador de Volume de Compras Estrangeiras	E3.3
			Indicador de Relação Materiais-Distância	E3.4
Inovação	Processos Construtivos	I1	Indicador de Utilização de Tecnologias Construtivas Inovadoras	I1.1
	Tecnologia Informática	I2	Indicador de Utilização de Tecnologias Informáticas Inovadoras	I2.1

A forma de cálculo de cada indicador também se definiu, e encontra-se identificado nos quadros 4.20 a 4.62, de acordo com o indicador em questão.

Desenvolveu-se um sistema de pontuação que possibilita avaliar o desempenho de cada atributo, permitindo a sua avaliação e optando-se por uma avaliação quantitativa dos indicadores, de modo a torná-los mais objetivos. Salienta-se que a pontuação é melhor quando apresenta valor mais baixo, isto é, a pontuação 1 é muito boa, ao invés da pontuação 4, a pior situação. É de salientar que o sistema de pontuação pode ser ajustado ao longo do tempo, conforme a necessidade, tornando-se, desta forma, num sistema flexível.

Também se encontra descrito nos quadros o modo de determinação de cada parâmetro associado à forma de cálculo e propõe-se o técnico responsável pelo cálculo do indicador, bem como a periodicidade de cálculo.

4.4.4.1. Ambiente

Nos quadros 4.20 a 4.25 apresentam-se os indicadores propostos para a categoria Ambiente.

Quadro 4.20 - A1.1 Indicador de Contaminação Acústica

A1.1 Indicador de Contaminação Acústica		Pontuação
Forma de cálculo	A1.1 = Ruído (dB)	Cumpre a legislação→1 Redução de pelo menos 5dB que o valor máximo da legislação→2 Redução de pelo menos 15dB que o valor máximo da legislação→3 Redução de pelo menos 25dB que o valor máximo da legislação →4
Abreviaturas	Ruído – Ruído verificado durante a fase de construção	
Modo de determinação	O ruído é determinado a partir de um sonómetro tipo I. O valor deve ser registado todos os dias em que a obra está em funcionamento e o valor mensal é dado pela média do registo diário.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente	
Periodicidade	Diária	

Quadro 4.21 - A1.2 Indicador do Nível de Vibração

A1.2 Indicador do Nível de Vibração		Pontuação
Forma de cálculo	$A1.2 = \frac{\text{Vibração}}{\text{Nº equipamentos}}$ (dB/equipamento)	0-0.1→1 0.1-0.5→2 0.5-1→3 >1→4
Abreviaturas	Vibração – Vibração total provocada pelos equipamentos Nº equipamentos – Total de equipamentos afetos à obra	
Modo de determinação	A vibração total provocada pelos equipamentos é determinada através do somatório da vibração provocada por cada equipamento. O seu valor encontra-se referido na ficha técnica dos equipamentos e deve ser consultada para o cálculo do indicador. Deve-se também quantificar o nº de equipamentos afetos à obra para o mês em questão.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.22 - A2.1 Indicador de Destruição do Habitat Natural

A2.1 Indicador de Destruição do Habitat Natural		Pontuação
Forma de cálculo	$A2.1 = \frac{\text{Avegetação}}{\text{Aimplantação}} \times 100\%$ (%)	0%-10%→1 10%-30%→2 30%-60%→3 >60%→4
Abreviaturas	Avegetação – Área de vegetação destruída Aimplantação – Área de implantação da construção	
Modo de determinação	A área de vegetação destruída para possibilitar a construção da obra. Esta área deve ser determinada no início da obra, aquando a decapagem do terreno. Este processo deve contar com o apoio de um topógrafo. A área de implantação é um dado adquirido aquando a fase de concurso.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente	
Periodicidade	Início da Obra	

Quadro 4.23 - A3.1 Indicador de Equilíbrio Aterro/Escavação

A3.1 Indicador de Equilíbrio Aterro/Escavação		Pontuação
Forma de cálculo	$A3.1 = E - A$ (m³)	0-1000→1 1000-5000→2 5000-10000→3 >10000→4
Abreviaturas	E – Volume de Escavação A – Volume de Aterro	
Modo de determinação	A primeira parcela, volume de escavação, corresponde à quantidade de terra que é escavada. A segunda parcela, volume de aterro, diz respeito à quantidade de terra que é necessária para aterro. Estes dois valores devem ser quantificados e consultados num mapa de terraplanagens.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.24 - A3.2 Indicador de Depósito de Terras

A3.2 Indicador de Depósito de Terras		Pontuação
Forma de cálculo	$A3.2 = \frac{E - A}{\Sigma \text{ Terras mov.}} \times 100\%$ (%)	0%-10%→1 10%-30%→2 30%-60%→3 >60%→4
Abreviaturas	E – Volume de Escavação A – Volume de Aterro Σ Terras mov – Total de terras movimentadas na obra	
Modo de determinação	O volume de escavação corresponde à quantidade de terra que é escavada. O volume de aterro diz respeito à quantidade de terra que é necessária para aterro. Estes dois valores devem ser quantificados e consultados num mapa de terraplanagens. O total de terras movimentadas na obra corresponde à somas das duas parcelas referidas anteriormente: volume de escavação e volume de aterro. Se este indicador tornar um negativo, significa que não é necessário enviar terras para depósito, mas sim, haver empréstimo de terras.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.25 - A3.4 Indicador de Relação Depósito-Distância

A3.3 Indicador de Relação Depósito-Distância		Pontuação
Forma de cálculo	$A3.3 = \frac{E - A}{\text{Distância}}$ (m³/Km)	0-0.1→4 0.1-0.5→3 0.5-1→2 >1→1
Abreviaturas	E – Volume de Escavação A – Volume de Aterro Distância – Distância percorrida até ao local de depósito	
Modo de determinação	A distância percorrida até ao local de depósito é definida pela distância aproximada até à localidade em que se insere o local de depósito. O Volume de Escavação e de Aterro devem ser consultados no Mapa de Terraplanagens.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/ Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

4.4.4.2. Recursos

Nos quadros 4.26 a 4.44 encontram-se descritos os indicadores propostos para a categoria Recursos.

Quadro 4.26 - R1.1 Indicador de Consumo de Materiais Reciclados

R1.1 Indicador de Consumo de Materiais Reciclados		Pontuação
Forma de cálculo	$R1.1 = \frac{\text{Consumo de Mat. Rec.}}{\text{Abc}}$ (ton/m² construção)	0-0.01→4 0.01-0.1→3 0.1-0.2→2 >0.2→1
Abreviaturas	Consumo de Mat. Rec. – Consumo total de Materiais Reciclados, no mês em questão Abc – Área Bruta de Construção	
Modo de determinação	O consumo total de materiais reciclados deve ser consultado no Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ), para o mês em estudo. No MTQ, não deve estar referenciada a origem dos materiais, no entanto o Diretor de Obra deve ter conhecimento de quais os materiais reciclados e novos. A área bruta de construção é obtida na fase de projeto.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.27 - R1.2 Indicador de Consumo de Materiais Novos

R1.2 Indicador de Consumo de Materiais Novos		Pontuação
Forma de cálculo	$R1.2 = \frac{\text{Materiais Novos}}{\text{Abc}}$ (ton/m² construção)	0-0.01→4 0.01-0.1→3 0.1-0.2→2 >0.2→1
Abreviaturas	Materiais Novos – Consumo total de Materiais Novos, no mês em questão Abc – Área Bruta de Construção	
Modo de determinação	O consumo total de materiais novos deve ser consultado no Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ), para o mês em estudo. No MTQ, não deve estar referenciada a origem dos materiais, no entanto o Diretor de Obra deve ter conhecimento de quais os materiais reciclados e novos. A área bruta de construção é obtida na fase de projeto.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.28 - R1.3 Indicador de Consumo de Materiais Perigosos

R1.3 Indicador de Consumo de Materiais Perigosos		Pontuação
Forma de cálculo	$R1.3 = \frac{\text{Materiais Perigosos}}{\text{Abc}}$ (ton/m ² construção)	0-0.01→1 0.01-0.1→2 0.1-0.2→3 >0.2→4
Abreviaturas	Materiais Perigosos - Consumo total de Materiais Perigosos, no mês em questão Abc – Área Bruta de Construção	
Modo de determinação	O consumo total de materiais perigosos deve ser consultado no Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ), para o mês em estudo. Os materiais perigosos deverão ser identificados no rótulo. A área bruta de construção é obtida na fase de projeto.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.29 - R2.1 Indicador de Resíduos Reciclados

R2.1 Indicador de Resíduos Reciclados		Pontuação
Forma de cálculo	$R2.1 = \frac{\text{Resíduos Reciclados}}{\text{Resíduos Produzidos}} \times 100\%$ (%)	0-25%→4 25%-50%→3 50%-75%→2 >75%→1
Abreviaturas	Resíduos Reciclados – Total de resíduos enviados para reciclagem Resíduos Produzidos – Total de resíduos produzidos em obra	
Modo de determinação	O total de resíduos enviados para reciclagem e o total de resíduos produzidos em obra, no mês em estudo, devem ser consultados no Mapa de Controlo e Produção de Resíduos.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.30 - R2.2 Indicador de Resíduos Reutilizados

R2.2 Indicador de Resíduos Reutilizados		Pontuação
Forma de cálculo	$R2.2 = \frac{\text{Resíduos Reutilizados}}{\text{Resíduos Produzidos}} \times 100\%$ (%)	0-25%→4 25%-50%→3 50%-75%→2 >75%→1
Abreviaturas	Resíduos Reutilizados – Total de resíduos reutilizados Resíduos Produzidos – Total de resíduos produzidos em obra	
Modo de determinação	O total de resíduos reutilizados e o total de resíduos produzidos em obra, no mês em estudo, devem ser consultados no Mapa de Controle e Produção de Resíduos.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.31 - R2.3 Indicador de Resíduos Eliminados

R2.3 Indicador de Resíduos Eliminados		Pontuação
Forma de cálculo	$R2.3 = \frac{\text{Resíduos Eliminados}}{\text{Resíduos Produzidos}} \times 100\%$ (%)	0-25%→1 25%-50%→2 50%-75%→3 >75%→4
Abreviaturas	Resíduos Reciclados – Total de resíduos enviados para eliminação Resíduos Produzidos – Total de resíduos produzidos em obra	
Modo de determinação	O total de resíduos eliminados e o total de resíduos produzidos em obra, no mês em estudo, devem ser consultados no Mapa de Controle e Produção de Resíduos.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.32 - R3.1 Indicador do Consumo de Água da Rede Pública

R3.1 Indicador do Consumo de Água da Rede Pública		Pontuação
Forma de cálculo	$R3.1 = \frac{\text{Água Rede Pública}}{\text{Implantação}}$ (m^3/m^2)	0-0.01→1 0.01-0.1→2 0.1-0.2→3 >0.2→4
Abreviaturas	Água Rede Pública – Consumo total de Água da Rede Pública Implantação – Área de implantação da construção	
Modo de determinação	Através dos registos no contador de água da obra ou na fatura mensal de água. A área de implantação é um dado adquirido aquando a fase de concurso.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.33 - R3.2 Indicador do Consumo de Água de Furos/Captações

R3.2 Indicador do Consumo de Água de Furos/Captações		Pontuação
Forma de cálculo	$R3.2 = \frac{\text{Água Furos/Captações}}{\text{Nº de Furos/Captações}}$ $(m^3/\text{Captação})$	0-100→4 100-200→3 200-300→2 >300→1
Abreviaturas	Água Furos/Captações – Consumo total de água proveniente de furos e captações Nº de Furos/Captações – Total de furos e captações existentes, de onde se extrai água	
Modo de determinação	Através da quantificação da água extraída de furos e captações subterrâneas e superficiais, num período de um mês. Esta é determinada a partir do valor registado no contador. Também de deve quantificar o nº de furos e captações existentes, de onde se extrai a água.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.34 - R3.3 Indicador do Consumo da Água da Chuva

R3.3 Indicador do Consumo da Água da Chuva		Pontuação
Forma de cálculo	$R3.3 = \frac{\text{Água da Chuva}}{\Sigma \text{Água Consumida}} \times 100\%$ (%)	0-25%→4 25%-50%→3 50%-75%→2 >75%→1
Abreviaturas	Água da Chuva – Consumo total de água proveniente da chuva. Σ Água Consumida – Total de Água Consumida	
Modo de determinação	A quantificação da água da chuva consumida é determinada a partir da quantidade armazenada. Isto é, regista-se a quantidade de água armazenada no início e fim do mês sendo a diferença entre estas duas designada por Consumo de Água da Chuva. O total de água consumida é dado pela soma das seguintes parcelas: consumo de água da rede pública, consumo de água extraída de furos e captações e consumo de água da chuva.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.35 - R3.4 Indicador de Disponibilidade de Água Potável para Consumo Humano

R3.4 Indicador de Disponibilidade de Água Potável para Consumo Humano		Pontuação
Forma de cálculo	$R3.4 = \frac{\text{Água Potável}}{\text{Nº Trabalhadores}}$ (m³/trabalhador)	0-20→4 20-40→3 40-60→2 >60→1
Abreviaturas	Água Potável – Disponibilidade total de Água Potável para Consumo Humano Nº trabalhadores – Número de trabalhadores afetos à obra, no período em questão.	
Modo de determinação	Deve-se realizar análises físico-químicas e microbiológicas à água extraída de furos e captações e a proveniente das chuvas. Estas devem cumprir os requisitos mínimos para serem consideradas água potável para consumo humano. Se estas cumprirem os requisitos mínimos para serem consideradas água potável, deve-se então incorporá-las na parcela Água Potável (numerador). O número de trabalhadores deve ser consultado em documentos administrativos, onde estes estejam identificados.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.36 - R3.5 Indicador da Reutilização de Água

R3.5 Indicador da Reutilização de Água		Pontuação
Forma de cálculo	$R3.5 = \frac{\text{Água Reutilizada}}{\Sigma \text{Água Consumida}} \times 100\%$ (%)	0-15→4 15-30→3 30-45→2 >45→1
Abreviaturas	Água Reutilizada – Total de Água Reutilizada Σ Água Consumida – Total de Água Consumida	
Modo de determinação	Deve-se contabilizar o total de água reutilizada após o consumo de água das seguintes fontes: rede pública, furos e captações e, água da chuva. Esta água é armazenada e assim contabilizada, através do registo de água no depósito no início e fim do mês. O total de água consumida é dado pela soma das seguintes parcelas: consumo de água da rede pública, consumo de água extraída de furos e captações e consumo de água da chuva.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.37 - R4.1 Indicador de Consumo de Eletricidade

R4.1 Indicador de Consumo de Eletricidade		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.1 = \frac{\text{Eletricidade}}{\text{Implantação}}$ (KWh/m ²)	0-0.1→1 0.1-0.5→2 0.5-1→3 >1→4
Abreviaturas	Eletricidade – Consumo total de eletricidade Implantação – Área de implantação da construção	
Modo de determinação	Através dos registos no contador de eletricidade da obra. A área de implantação é um dado adquirido aquando a fase de concurso.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.38 - R4.2 Indicador do Consumo de Eletricidade sustentável

R4.2 Indicador do Consumo de Eletricidade sustentável		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.2 = \frac{\Sigma \text{ Eletricidade sustentável}}{\text{Aimplantação}}$ (KWh/m ²)	0-0.1→4 0.1-0.5→3 0.5-1→2 >1→1
Abreviaturas	Σ Eletricidade sustentável – Consumo total de eletricidade obtida de forma sustentável Aimplantação – Área de implantação da construção	
Modo de determinação	Através de registos de eletricidade consumida obtida a partir de fontes sustentáveis. Definem-se quatro fontes: energia eólica, energia hídrica, energia geotérmica e energia solar. Caso não existam dispositivos de alimentação sustentável associados à obra, devem ser usados os valores estimados pelo fornecedor, para a região e período em questão. A área de implantação é um dado adquirido aquando a fase de concurso.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.39 - R4.3 Indicador do Consumo de Gás Butano

R4.3 Indicador do Consumo de Gás Butano		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.3 = \frac{\text{Gás Butano}}{\text{Nº equipamentos}}$ (Kg/Equipamento)	0-5→1 5-25→2 25-40→3 >40→4
Abreviaturas	Gás Butano – Consumo total de Gás Butano Nº de equipamentos – Nº total de equipamentos alimentados a Gás Butano.	
Modo de determinação	Através da quantificação do nº de garrafas consumidas. Cada garrafa tem uma determinada quantidade de gás butano. Devem ser contabilizados o total de equipamentos alimentados com gás butano.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.40 - R4.4 Indicador do Consumo de Gás Propano

R4.4 Indicador do Consumo de Gás Propano		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.4 = \frac{\text{Gás Propano}}{\text{Nº equipamentos}}$ (Kg/Equipamento)	0-5→1 5-25→2 25-40→3 >40→4
Abreviaturas	Gás Propano – Consumo total de Gás Propano Nº de equipamentos – Nº total de equipamentos alimentados a Gás Propano.	
Modo de determinação	Através da quantificação do nº de garrafas consumidas. Cada garrafa tem uma determinada quantidade de gás propano. Devem ser contabilizados o total de equipamentos alimentados com gás propano.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.41 - R4.5 Indicador do Consumo de Gás Natural

R4.5 Indicador do Consumo de Gás Natural		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.5 = \frac{\text{Gás Natural}}{\text{Aimplantação}}$ (m ³ /m ²)	0-0.1→1 0.1-0.5→2 0.5-1→3 >1→4
Abreviaturas	Gás Natural – Consumo total de Gás Natural Aimplantação – Área de implantação da construção	
Modo de determinação	Através da quantificação do gás natural fornecido à obra. Esta informação deve ser obtida através da fatura mensal ou através dos registos no contador. A área de implantação é um dado adquirido aquando a fase de concurso.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.42 - R4.6 Indicador do Consumo de Gasóleo

R4.6 Indicador do Consumo de Gasóleo		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.6 = \frac{\text{Gasóleo}}{\text{Nº equipamentos}}$ (litros/Equipamento)	0-500→1 500-1000→2 1000-1500→3 >1500→4
Abreviaturas	Gasóleo – Consumo total de Gasóleo Nº equipamentos – Total de equipamentos afetos à obra que consomem gasóleo	
Modo de determinação	Através da quantificação do gasóleo consumido exclusivamente pelos equipamentos afetos à obra. Esta informação deve ser obtida através das faturas mensais do consumo de todos os equipamentos que funcionam através do consumo de gasóleo. O nº de equipamentos é determinado pela quantificação dos equipamentos que funcionam a gasóleo. Os equipamentos são independentes da cadeia de contratação.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.43 - R4.7 Indicador do Consumo de Gasóleo do Gerador

R4.7 Indicador do Consumo de Gasóleo do Gerador		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.7 = \frac{\text{Gasóleo Gerador}}{\sum P_i \times n_i}$ (l/KW)	0-10→1 10-25→2 25-40→3 >40→4
Abreviaturas	Gasóleo Gerador – Consumo total de Gasóleo do Gerador $\sum P_i \times n_i$ – Somatório da multiplicação do gerador, pela respetiva potência	
Modo de determinação	Através da quantificação do gasóleo consumido pelos geradores afetos à obra. Esta informação deve ser obtida através das faturas mensais referentes ao consumo destes equipamentos. A parcela a denominador é determinada pela multiplicação do nº de geradores de um determinado modelo pela respetiva potência desse modelo.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.44 - R4.8 Indicador do Consumo de Gasolina

R4.8 Indicador do Consumo de Gasolina		Pontuação
Forma de cálculo	$R4.8 = \frac{\text{Gasolina}}{\text{Nº equipamentos}}$ (litros/Equipamento)	0-500→1 5000-1000→2 1000-1500→3 >1500→4
Abreviaturas	Gasolina – Consumo total de Gasolina Nº equipamentos – Total de equipamentos afetos à obra que consomem gasolina	
Modo de determinação	Através da quantificação da gasolina consumida exclusivamente pelos equipamentos afetos à obra. Esta informação deve ser obtida através das faturas mensais do consumo de todos os equipamentos que funcionam através do consumo de gasolina. O nº de equipamentos é determinado pela quantificação dos equipamentos que funcionam a gasolina. Os equipamentos são independentes da cadeia de contratação.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

4.4.4.3. Sociedade

Nos quadros seguintes, 4.45 a 4.51, apresentam-se descritos os indicadores propostos para a categoria Sociedade.

Quadro 4.45 - S1.1 Indicador de Empregabilidade

S1.1 Indicador de Empregabilidade		Pontuação
Forma de cálculo	$S1.1 = \frac{\text{Nº trabalhadores}}{\text{Implantação}}$ (Trabalhadores/m ²)	0-0.01→4 0.01-0.1→3 0.1-0.2→2 >0.2→1
Abreviaturas	Nº trabalhadores – Total de trabalhadores afetos à obra, no mês em estudo Implantação – Área de Implantação da construção	
Modo de determinação	O número de trabalhadores deve ser consultado em documentos administrativos, onde estes estejam identificados. A área de implantação é um dado adquirido aquando a fase de concurso.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.46 - S2.1 Indicador de Acidentes em Obra

S2.1 Indicador de Acidentes em Obra		Pontuação
Forma de cálculo	$S2.1 = \frac{\text{Nº Acidentes}}{\text{Nº trabalhadores}}$ (Acidentes/trabalhador)	0-0.01→1 0.01-0.05→2 0.05-0.1→3 >0.1→4
Abreviaturas	Nº acidentes – Total de acidentes em obra, no período em análise Nº trabalhadores – Total de trabalhadores afetos à obra, no mês em estudo	
Modo de determinação	O nº de acidentes em obra deve ser consultado no Registo de Sinistralidade. Este valor reporta apenas a trabalhadores. O número de trabalhadores deve ser consultado em documentos administrativos, onde estes estejam identificados.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade/Técnico Segurança em Obra	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.47 - S2.2 Indicador de Acidentes Graves em Obra

S2.2 Indicador de Acidentes Graves em Obra		Pontuação
Forma de cálculo	$S2.2 = \frac{\text{Nº Acidentes Graves}}{\text{Nº trabalhadores}}$ (Acidentes graves/trabalhador)	0-0.01→1 0.01-0.05→2 0.05-0.1→3 >0.1→4
Abreviaturas	Nº acidentes Graves – Total de acidentes graves em obra, no período em análise Nº trabalhadores – Total de trabalhadores afetos à obra, no mês em estudo	
Modo de determinação	O nº de acidentes graves em obra deve ser consultado no Registo de Sinistralidade, estes são considerados graves se os trabalhadores apresentarem baixa médica. Este valor reporta apenas a trabalhadores. O número de trabalhadores deve ser consultado em documentos administrativos, onde estes estejam identificados.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade/Técnico Segurança em Obra	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.48 - S2.3 Indicador de Não Conformidades no PSS

S2.3 Indicador de Não Conformidades no PSS		Pontuação
Forma de cálculo	$S2.3 = N^{\circ} \text{ Não Conformidades}$	0 e 1 → 1 2 a 4 → 2 5 e 6 → 3 >6 → 4
Abreviaturas	Nº Não Conformidades – Total de não conformidades no PSS	
Modo de determinação	O total de não conformidades no PSS refere-se ao nº de acontecimentos que não verifiquem as condições definidas no Plano de Segurança e Saúde (PSS). Esta informação deve ser consultada num relatório de auditoria interna.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade/Técnico de Segurança em Obra	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.49 - S3.1 Indicador de Formação em Gestão Ambiental

S3.1 Indicador de Formação em Gestão Ambiental		Pontuação
Forma de cálculo	$S3.1 = \frac{\text{Horas formadas}}{\text{Trab. formados}} \text{ (h/trabalhador)}$	0-0.4 → 4 0.4-0.8 → 3 0.8-1 → 2 >1 → 1
Abreviaturas	Horas formadas – Total de horas formadas, no mês em estudo Trab. Formados – Total de trabalhadores formados	
Modo de determinação	O total de horas formadas deve ser retirado do Registo Mensal de Formação. O total de trabalhadores formados consulta-se no Registo de Presenças em Formação.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.50 - S3.2 Indicador de Formação em Segurança e Saúde no Trabalho

S3.2 Indicador de Formação em Segurança e Saúde no Trabalho		Pontuação
Forma de cálculo	$S3.2 = \frac{\text{Horas formadas}}{\text{Trab. formados}} \text{ (h/trabalhador)}$	0-0.4→4 0.4-0.8→3 0.8-1→2 >1→1
Abreviaturas	Horas formadas – Total de horas formadas, no mês em estudo Trab. Formados – Total de trabalhadores formados	
Modo de determinação	O total de horas formadas deve ser retirado do Registo Mensal de Formação. O total de trabalhadores formados consulta-se no Registo de Presenças em Formação.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade/Técnico de Segurança em Obra	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.51 - S3.3 Indicador de Formação em Qualidade na Construção

S3.3 Indicador de Formação em Qualidade na Construção		Pontuação
Forma de cálculo	$S3.3 = \frac{\text{Horas formadas}}{\text{Trab. formados}} \text{ (h/trabalhador)}$	0-0.4→4 0.4-0.8→3 0.8-1→2 >1→1
Abreviaturas	Horas formadas – Total de horas formadas, no mês em estudo Trab. Formados – Total de trabalhadores formados	
Modo de determinação	O total de horas formadas deve ser retirado do Registo Mensal de Formação. O total de trabalhadores formados consulta-se no Registo de Presenças em Formação.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade/Técnico da Qualidade	
Periodicidade	Mensal	

4.4.4.4. Economia

Relativamente à categoria Economia, nos quadros seguintes, 4.52 a 4.60, expõem-se os indicadores propostos.

Quadro 4.52 - E1.1 Indicador de Custo de Mão-de-obra direta

E1.1 Indicador de Custo de Mão-de-obra direta		Pontuação
Forma de cálculo	$E1.1 = \frac{\text{Custo Mão-de-Obra direta}}{\text{Abc}}$ (€/m ² construção)	0-0.04→1 0.04-0.08→2 0.08-0.1→3 >0.1→4
Abreviaturas	Custo de Mão-de-obra direta – Custo total da mão-de-obra direta Abc – Área Bruta de Construção	
Modo de determinação	O custo de mão-de-obra direta a obra deve ser consultado nos registos da contabilidade analítica. A área bruta de construção é obtida na fase de projeto.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.53 - E1.2 Indicador de Custo dos Materiais

E1.2 Indicador de Custo dos Materiais		Pontuação
Forma de cálculo	$E1.2 = \frac{\text{Custo Materiais}}{\text{Abc}}$ (€/m ² construção)	0-0.2→1 0.2-0.4→2 0.4-0.6→3 >0.6→4
Abreviaturas	Custo Materiais – Custo total dos materiais Abc – Área Bruta de Construção	
Modo de determinação	O custo dos materiais aplicados na obra deve ser consultado nos registos da contabilidade analítica. A área bruta de construção é obtida na fase de projeto.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.54 - E1.3 Indicador de Custo dos Equipamentos

E1.3 Indicador de Custo dos Equipamentos		Pontuação
Forma de cálculo	$E1.3 = \frac{\text{Custo Equipamentos}}{\text{Abc}}$ (€/m² construção)	0-0.2→1 0.2-0.4→2 0.4-0.6→3 >0.6→4
Abreviaturas	Custo dos Equipamentos – Custo total dos Equipamentos Abc – Área Bruta de Construção	
Modo de determinação	O custo dos equipamentos utilizados na obra deve ser consultado nos registos da contabilidade analítica. A área bruta de construção é obtida na fase de projeto.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	

Quadro 4.55 - E2.1 Indicador de Custo de Mão-de-obra indireta

E2.1 Indicador de Custo de Mão-de-obra indireta		Pontuação
Forma de cálculo	$E2.1 = \frac{\text{Custo Mão-de-Obra indireta}}{\text{Abc}}$ (€/m² construção)	0-0.2→1 0.2-0.4→2 0.4-0.6→3 >0.6→4
Abreviaturas	Custo de Mão-de-obra indireta – Custo total da mão-de-obra indireta Abc – Área Bruta de Construção	
Modo de determinação	O custo de mão-de-obra indireta a obra deve ser consultado nos registos da contabilidade analítica. A área bruta de construção é obtida na fase de projeto.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.56 - E2.2 Indicador de Multas, Coimas e Sanções

E2.2 Indicador de Multas, Coimas e Sanções		Pontuação
Forma de cálculo	$E2.2 = \frac{N^{\circ} \text{ Multas, Coimas e Sanções}}{(N^{\circ})}$	3 ou mais multas → 1 2 → 2 1 → 3 0 → 4
Abreviaturas	Nº Multas, Coimas e Sanções – Total de multas, coimas e Sanções no mês em estudo	
Modo de determinação	O total de multas, coimas e sanções deve ser consultado nos registos da contabilidade analítica.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.57 - E3.1 Indicador do Volume de Compras Locais

E3.1 Indicador do Volume de Compras Locais		Pontuação
Forma de cálculo	$E3.1 = \frac{\text{Vol. Compras Local}}{\text{Vol. Total de Compras}} \times 100\%$ (%)	0%-10% → 4 10%-30% → 3 30%-60% → 2 >60% → 1
Abreviaturas	Vol. Compras Local – Volume de Compras Local Vol. Total de Compras – Volume Total de Compras	
Modo de determinação	O volume de compras local e o volume total de compras são dados que devem ser consultados no departamento financeiro. Entende-se por volume de compras local, o valor (€) de compras feitas a fornecedores distanciados a menos de 50km da obra.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.58 - E3.2 Indicador do Volume de Compras Nacionais

E3.2 Indicador do Volume de Compras Nacionais		Pontuação
Forma de cálculo	$E3.2 = \frac{\text{Vol. Compras Nacional}}{\text{Vol. Total de Compras}} \times 100\%$ (%)	0%-10%→4 10%-30%→3 30%-60%→2 >60%→1
Abreviaturas	Vol. Compras Nacional – Volume de Compras Nacional Vol. Total de Compras – Volume Total de Compras	
Modo de determinação	O volume de compras nacionais e o volume total de compras são dados que devem ser consultados no departamento financeiro. Entende-se por volume de compras nacional, o valor (€) de compras feitas a fornecedores distanciados a mais de 50km da obra, em território nacional.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.59 - E3.3 Indicador do Volume de Compras Estrangeiras

E3.3 Indicador do Volume de Compras Estrangeiras		Pontuação
Forma de cálculo	$E3.3 = \frac{\text{Vol. Compra Estrangeiras}}{\text{Vol. Total de Compras}} \times 100\%$ (%)	0%-10%→1 10%-30%→2 30%-60%→3 >60%→4
Abreviaturas	Vol. Compras Estrangeiras – Volume de Compras Estrangeiras Vol. Total de Compras – Volume Total de Compras	
Modo de determinação	O volume de compras estrangeiras e o volume total de compras são dados que devem ser consultados no departamento financeiro. Entende-se por volume de compras estrangeiras, o valor (€) de compras feitas a fornecedores fora do território nacional.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 4.60 - E3.4 Indicador de Relação Materiais – Distância

E3.4 Indicador de Relação Materiais – Distância		Pontuação
Forma de cálculo	$E3.4 = \frac{\sum \text{Materiais}}{\sum \text{Distância}}$ (ton/km)	0-0.01→4 0.01-0.1→3 0.1-0.2→2 >0.2→1
Abreviaturas	Σ Materiais – Somatório dos materiais consumidos, no mês em estudo Σ Distância – Somatório das distâncias da obra aos fornecedores	
Modo de determinação	O somatório dos materiais consumidos é determinado a partir da soma do total de materiais novos consumidos com o total de materiais reciclados consumidos. Este valor é consultado no MTQ. As distâncias da obra aos fornecedores devem ser consultadas nas Notas de Encomenda, por uma estimativa até à localidade onde este se encontra sediado o fornecedor.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente/Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Mensal	

4.4.4.5. Inovação

Por último, apresentam-se nos quadros 4.61 e 4.62 os indicadores propostos para a categoria Inovação.

Quadro 4.61 - I1.1 Indicador de Utilização de Tecnologias Construtivas Inovadoras

I1.1 Indicador de Utilização de Tecnologias Construtivas Inovadoras		Pontuação
Forma de cálculo	I1.1 = Nº de T.C. Inovadoras	0→4 1 e 2→3 3 e 4→2 >4→1
Abreviaturas	Nº de T.C. Inovadoras – Total de Tecnologias Construtivas Inovadoras	
Modo de determinação	O total de tecnologias construtivas inovadoras utilizadas é obtido através do conhecimento do diretor de obra. Entende-se por tecnologia construtiva inovadora, uma tecnologia pouco ou nunca utilizada em Portugal.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Fim da Obra	

Quadro 4.62 - I2.1 Indicador de Utilização de Tecnologias Informáticas

I2.1 Indicador de Utilização de Tecnologias Informáticas		Pontuação
Forma de cálculo	I2.1 = Nº de T. Informáticas	0→4 1 e 2→3 3 e 4→2 >4→1
Abreviaturas	Nº de T. Informáticas – Total de Tecnologias Informáticas	
Modo de determinação	O total de tecnologias informáticas utilizadas é obtido através do conhecimento do diretor de obra. Entende-se por tecnologia informática qualquer programa informático que auxilie o planeamento da obra e a sua gestão, que seja pouco utilizado pelas empresas portuguesas, mas que no entanto seja uma referência a nível internacional.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Fim da Obra	

4.4.5. DEFINIÇÃO DA PONDERAÇÃO PERCENTUAL

Para o cálculo do Índice de Sustentabilidade em obra optou-se por fazer uma proposta da ponderação percentual, de acordo com o tipo de obra em que a construção está inserida. Assim, a ponderação é atribuída de acordo com o seguinte tipologia de construção:

- Habitações;
- Obras Hidráulicas;
- Vias de Comunicação.

Para cada tipologia, ainda se atribuiu ponderação diferente consoante a análise pretendida, para cálculo do Índice de Sustentabilidade em obra. Deste modo, é possível fazer quatro tipos de análise: Análise Geral, Análise Económica, Análise Ambiental e Análise Social.

A percentagem atribuída trata-se de uma proposta e pode ser ajustada pelas empresas, conforme as suas perspetivas e necessidades, sendo assim uma ponderação flexível.

4.4.5.1. Ponderação de Acordo com a Análise Pretendida

A ponderação percentual de acordo com a análise pretendida visa a atribuição de maior percentagem à categoria mais relevante em cada análise. Assim, a ponderação foi definida de acordo com os seguintes critérios:

- Para as categorias mais relevantes em cada análise atribuiu-se um peso de 35%;
- Nas categorias em que a sua relevância é igual em para todas as análises, o peso é portanto igual, como o caso dos Recursos (20%) e Inovação (5%);
- Para a Análise Geral, a ponderação é uniformemente distribuída, com peso de 25%, exceto no caso refiro no ponto anterior.

Quadro 4.63 - Ponderação segundo a análise pretendida

	Ambiente	Recursos	Sociedade	Economia	Inovação
Análise Geral	25%	20%	25%	25%	5%
Análise Económica	20%	20%	20%	35%	5%
Análise Ambiental	35%	20%	20%	20%	5%
Análise Social	20%	20%	35%	20%	5%

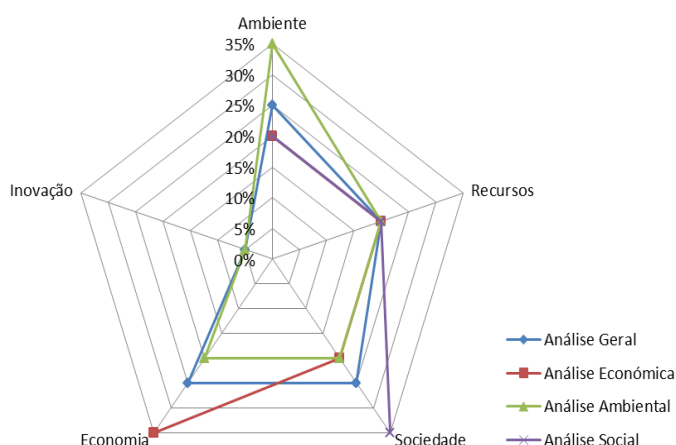


Figura 4.27 - Representação gráfica do peso de cada categoria, de acordo com o tipo de análise

4.4.5.2. Ponderação para Diferentes Tipos de Obra

Para a definição da ponderação percentual dos indicadores, para diferentes tipos de obra, recorreu-se à dimensão dos parâmetros que habitualmente caracterizam uma obra:

- Número de trabalhadores;
- Número de Equipamentos;
- Quantidade e diversidade de materiais;
- Área bruta de construção e área de implantação;
- Quantidade de terras movimentadas.

Estes parâmetros, de acordo com a sua dimensão numa determinada obra, apresentam maior ou menor importância. Dado que a maioria dos indicadores propostos depende dos parâmetros enunciados, optou-se por considerar a sua dimensão como critério para a definição da ponderação percentual.

Para habitações

A atribuição do peso de cada indicador é feita de acordo com as características de uma obra de habitação:

- Muitos trabalhadores em obra, comparando com o uso de equipamentos;
- Pouco recurso a equipamentos;

- Grande diversidade de materiais, mas pouca quantidade;
- Reduzida área bruta de construção e área de implantação;
- Reduzida movimentação de terras.

Deste modo, aos indicadores que dependem de parâmetros com maior utilização ou maior quantidade, atribuiu-se maior importância, que se reflete num maior peso percentual. No quadro 4.64 encontram-se as ponderações propostas para cada indicador, considerando obras de habitações.

Quadro 4.64 - Ponderação percentual atribuída aos indicadores, para habitações

Categoria	Subcategoria	Indicador	Análise Geral	Análise Económica	Análise Ambiental	Análise Social
Ambiente	A1	A1.1	3,75	3	5,25	3
		A1.2	3,75	3	5,25	3
	A2	A2.1	5	4	7	4
	A3	A3.1	4,5	3,6	6,3	3,6
		A3.2	4	3,2	5,6	3,2
		A3.3	4	3,2	5,6	3,2
	R1	R1.1	1	1	1	1
		R1.2	1	1	1	1
		R1.3	1	1	1	1
Recursos	R2	R2.1	1	1	1	1
		R2.2	1	1	1	1
		R2.3	1	1	1	1
	R3	R3.1	1,2	1,2	1,2	1,2
		R3.2	1,2	1,2	1,2	1,2
		R3.3	1,2	1,2	1,2	1,2
		R3.4	1,2	1,2	1,2	1,2
		R3.5	1,2	1,2	1,2	1,2
	R4	R4.1	1	1	1	1
		R4.2	1	1	1	1
		R4.3	1	1	1	1
		R4.4	1	1	1	1
		R4.5	1	1	1	1
		R4.6	1	1	1	1
		R4.7	1	1	1	1
		R4.8	1	1	1	1

Sociedade	S1	S1.1	4	3,2	3,2	5,6
		S2.1	3,5	2,8	2,8	4,9
	S2	S2.2	3,5	2,8	2,8	4,9
		S2.3	3,5	2,8	2,8	4,9
	S3	S3.1	3,5	2,8	2,8	4,9
		S3.2	3,5	2,8	2,8	4,9
		S3.3	3,5	2,8	2,8	4,9
Economia	E1	E1.1	4	5,6	3,2	3,2
		E1.2	4	5,6	3,2	3,2
		E1.3	2	2,8	1,6	1,6
	E2	E2.1	2	2,8	1,6	1,6
		E2.2	3	4,2	2,4	2,4
	E3	E3.1	4	5,6	3,2	3,2
		E3.2	3	4,2	2,4	2,4
		E3.3	1	1,4	0,8	0,8
		E3.4	2	2,8	1,6	1,6
Inovação	I1	I1.1	2,5	2,5	2,5	2,5
	I2	I2.1	2,5	2,5	2,5	2,5

Para Obras Hidráulicas

Como referido para o caso das habitações, a atribuição do peso de cada indicador é feita de acordo com as características da obra em causa, neste caso obras hidráulicas:

- Reduzido número de trabalhadores, quando comparado com o recurso a equipamentos;
- Elevado recurso a equipamentos;
- Grande quantidade de materiais, mas pouca diversidade;
- Reduzida área bruta de construção e área de implantação;
- Elevada movimentação de terras.

Assim, como no caso das habitações, aos indicadores que dependem de parâmetros com maior utilização ou maior quantidade, atribuiu-se maior importância, que se reflete num maior peso percentual. No quadro 4.65 encontram-se definidas as ponderações propostas para cada indicador, considerando obras hidráulicas.

Quadro 4.65 - Ponderação percentual atribuída aos indicadores, para obras hidráulicas

Categoria	Subcategoria	Indicador	Análise Geral	Análise Económica	Análise Ambiental	Análise Social
Ambiente	A1	A1.1	4	3,2	5,6	3,2
		A1.2	4	3,2	5,6	3,2
	A2	A2.1	3	2,4	4,2	2,4
		A3.1	5	4	7	4
	A3	A3.2	4,5	3,6	6,3	3,6
		A3.3	4,5	3,6	6,3	3,6
	R1	R1.1	1	1	1	1
		R1.2	1	1	1	1
		R1.3	1	1	1	1
Recursos	R2	R2.1	1	1	1	1
		R2.2	1	1	1	1
		R2.3	1	1	1	1
	R3	R3.1	1,25	1,25	1,25	1,25
		R3.2	1,25	1,25	1,25	1,25
		R3.3	1,25	1,25	1,25	1,25
		R3.4	1	1	1	1
		R3.5	1,25	1,25	1,25	1,25
	R4	R4.1	0,75	0,75	0,75	0,75
		R4.2	0,75	0,75	0,75	0,75
		R4.3	1,15	1,15	1,15	1,15
		R4.4	1,15	1,15	1,15	1,15
		R4.5	0,75	0,75	0,75	0,75
		R4.6	1,15	1,15	1,15	1,15
		R4.7	1,15	1,15	1,15	1,15
		R4.8	1,15	1,15	1,15	1,15
Sociedade	S1	S1.1	4	3,2	3,2	5,6
		S2.1	3,5	2,8	2,8	4,9
	S2	S2.2	3,5	2,8	2,8	4,9
		S2.3	3,5	2,8	2,8	4,9
	S3	S3.1	3,5	2,8	2,8	4,9

Economia		S3.2	3,5	2,8	2,8	4,9
		S3.3	3,5	2,8	2,8	4,9
	E1	E1.1	2	2,8	1,6	1,6
		E1.2	4,25	5,95	3,4	3,4
		E1.3	4,25	5,95	3,4	3,4
	E2	E2.1	1	1,4	0,8	0,8
		E2.2	3	4,2	2,4	2,4
	E3	E3.1	3	4,2	2,4	2,4
		E3.2	2,5	3,5	2	2
		E3.3	2	2,8	1,6	1,6
		E3.4	3	4,2	2,4	2,4
Inovação	I1	I1.1	2,5	2,5	2,5	2,5
	I2	I2.1	2,5	2,5	2,5	2,5

Para Vias de Comunicação

Como já supramencionado, o modo de atribuição do peso de cada indicador é semelhante aos outros casos (habitações e obras hidráulicas) e é feita de acordo com as características da obra em estudo, obras de vias de comunicação:

- Reduzido número de trabalhadores, quando comparado com o recurso a equipamentos;
- Elevado recurso a equipamentos;
- Grande quantidade de materiais, mas pouca diversidade;
- Elevada área bruta de construção e área de implantação;
- Elevada movimentação de terras.

Mais uma vez, os indicadores que dependem de parâmetros com maior utilização ou maior quantidade, atribuiu-se maior importância, que se reflete num maior peso percentual.

As características desta obra são semelhantes às das obras hidráulicas, porém considerou-se que aqui existe maior ruído e vibrações provocadas pelos equipamentos. Quanto à movimentação de terras, esta é elevada. No entanto considerou-se que em obras hidráulicas são mais significativas. No quadro 4.66 apresentam-se as ponderações propostas para cada indicador, atendendo ao tipo de obra, neste caso obras de vias de comunicação.

Quadro 4.66 - Ponderação percentual atribuída aos indicadores, para vias de comunicação

Categoria	Subcategoria	Indicador	Análise Geral	Análise Económica	Análise Ambiental	Análise Social
Ambiente	A1	A1.1	5	4	7	4
		A1.2	5	4	7	4
	A2	A2.1	3	2,4	4,2	2,4
		A3.1	4	3,2	5,6	3,2
	A3	A3.2	4	3,2	5,6	3,2
		A3.3	4	3,2	5,6	3,2
	R1	R1.1	2	2	2	2
		R1.2	2	2	2	2
		R1.3	2	2	2	2
Recursos	R2	R2.1	2	2	2	2
		R2.2	2	2	2	2
		R2.3	2	2	2	2
	R3	R3.1	0,6	0,6	0,6	0,6
		R3.2	0,6	0,6	0,6	0,6
		R3.3	0,6	0,6	0,6	0,6
		R3.4	0,6	0,6	0,6	0,6
		R3.5	0,6	0,6	0,6	0,6
	R4	R4.1	0,5	0,5	0,5	0,5
		R4.2	0,5	0,5	0,5	0,5
		R4.3	0,6	0,6	0,6	0,6
		R4.4	0,6	0,6	0,6	0,6
		R4.5	0,6	0,6	0,6	0,6
		R4.6	0,8	0,8	0,8	0,8
		R4.7	0,6	0,6	0,6	0,6
		R4.8	0,8	0,8	0,8	0,8
Sociedade	S1	S1.1	4	3,2	3,2	5,6
		S2.1	5	4	4	7
	S2	S2.2	5	4	4	7
		S2.3	5	4	4	7
	S3	S3.1	2	1,6	1,6	2,8

Economia		S3.2	2	1,6	1,6	2,8
		S3.3	2	1,6	1,6	2,8
	E1	E1.1	2	2,8	1,6	1,6
		E1.2	3	4,2	2,4	2,4
		E1.3	3	4,2	2,4	2,4
	E2	E2.1	2	2,8	1,6	1,6
		E2.2	3	4,2	2,4	2,4
	E3	E3.1	3	4,2	2,4	2,4
		E3.2	3	4,2	2,4	2,4
		E3.3	3	4,2	2,4	2,4
		E3.4	3	4,2	2,4	2,4
Inovação	I1	I1.1	2,5	2,5	2,5	2,5
	I2	I2.1	2,5	2,5	2,5	2,5

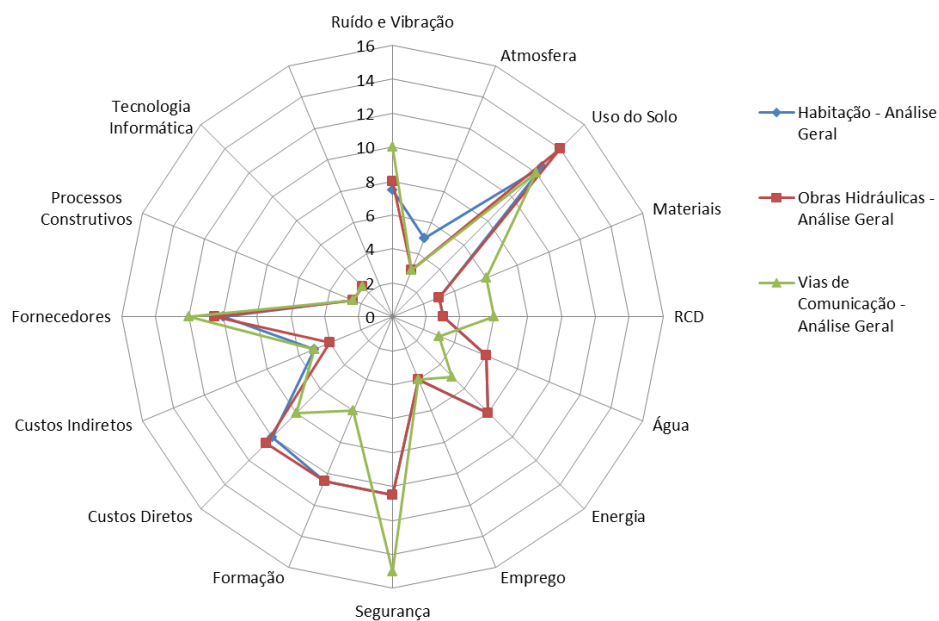


Figura 4.28 - Representação gráfica do peso de cada subcategoria, para uma análise geral, nos diferentes tipos de obra

4.4.6. CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA

O Índice de Sustentabilidade em Obra apresenta uma característica fundamental, a facilidade de cálculo. Deste modo, nos pontos seguintes são descritos os passos para o cálculo do IS:

- 1) Decidir que tipo de análise se pretende: análise geral, análise económica, análise ambiental ou análise social;
- 2) Definir o tipo de obra a que se aplica o IS: habitação, obra hidráulica ou vias de comunicação;
- 3) Calcular os indicadores;
- 4) De acordo com o valor dos indicadores, definir a sua pontuação;

Note-se que se o valor do indicador for igual a um dos limites de referência para a pontuação, a sua pontuação é a melhor. Por exemplo, no cálculo do indicador A1.1, se este for igual a 0.5, a sua pontuação será 2.

- 5) Multiplicar a pontuação pelo peso do indicador, onde se obtém um valor final para cada indicador;
- 6) Somar os valores finais de cada indicador;

O valor obtido no ponto 6 é o valor do Índice de Sustentabilidade em Obra. Acrescenta-se que o IS será tanto melhor, quanto menor for o seu valor.

Sugere-se o cálculo mensal do IS. Para o cálculo anual, deve-se fazer um somatório dos valores mensais obtidos, exceto no caso em que os indicadores não são de frequência mensal. Neste caso, poderão ser determinados no início ou no fim da obra e apenas são objeto de cálculo do IS, no final da obra. Para indicadores com frequência de diária, o valor mensal deve ser a média dos valores registados durante o mês em estudo.

4.4.7. TEMPO DE DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES

O tempo e o custo são variáveis com extrema importância no setor da construção. A necessidade de existir um equilíbrio entre o tempo e o custo, torna necessário fazer uma estimativa do tempo gasto com a determinação de cada indicador de modo a tornar o cálculo do IS economicamente viável.

Neste ponto apresenta-se uma proposta para o tempo de determinação de cada indicador descrito no ponto 4.4.4. O tempo proposto providência uma aproximação, o mais preciso possível, do que se espera obter na realidade. A proposta baseia-se no tempo estimado para obtenção de cada parâmetro. Assim, os indicadores com parâmetros mais morosos de obter apresentam maior tempo de determinação.

Os tempos definidos são genéricos, podendo em cada implementação ser alterados devido às características inerentes a cada obra.

Optou-se pela apresentação do tempo sob a forma de intervalos. Apresenta-se no quadro 4.67 os intervalos de tempo propostos, associados a cada indicador, bem como a atribuição que é dada a cada intervalo de tempo.

Quadro 4.67 - Intervalo de tempo para determinação dos indicadores

Intervalo de tempo	Atribuição
Menor que 15 min	A
15 min a 30 min	B
30 min – 1h	C
1h – 1.30h	D
1.30h – 2h	E
Maior que 2h	F

Expõem-se no quadro seguinte os intervalos de tempo definidos para os indicadores anteriormente propostos.

Quadro 4.68 - Proposta do tempo de determinação dos indicadores

Categoria	Subcategoria	Indicador	Intervalo de tempo
Ambiente	Ruído e Vibração	Indicador de Contaminação Acústica	B
		Indicador do Nível de Vibração	F
	Atmosfera	Indicador de Destruição do Habitat Natural	D
	Uso do Solo	Indicador de Equilíbrio Aterro-Escavação	B
		Indicador de Depósito de Terras	B
		Indicador de Relação Depósito-Distância	D
Recursos	Materiais	Indicador do Consumo de Materiais Reciclados	E
		Indicador do Consumo de Materiais Novos	E
		Indicador do Consumo de Materiais Perigosos	F
	RCD	Indicador de Resíduos Reciclados	B
		Indicador de Resíduos Reutilizados	B
		Indicador de Resíduos Eliminados	B
	Água	Indicador do Consumo de Água da Rede Pública	B
		Indicador do Consumo de Água de Furos e Captações	C
		Indicador do Consumo de Água da Chuva	B
		Indicador de Disponibilidade de Água Potável para Consumo Humano	B
		Indicador da Reutilização de Água	B

Energia		Indicador do Consumo de Eletricidade	B
		Indicador do Consumo de Eletricidade Sustentável	C
		Indicador do Consumo de Gás Butano	C
		Indicador do Consumo de Gás Propano	C
		Indicador do Consumo de Gás Natural	B
		Indicador do Consumo de Gasóleo	B
		Indicador do Consumo de Gasóleo do Gerador	C
		Indicador do Consumo de Gasolina	B
Sociedade	Emprego	Indicador de Empregabilidade	B
	Segurança	Indicador de Acidentes em Obra	B
		Indicador de Acidentes Graves em Obra	B
		Indicador de Não Conformidades no PSS	A
	Formação	Indicador de Formação em Gestão Ambiental	B
		Indicador de Formação em Segurança e Saúde no Trabalho	B
		Indicador de Formação em Qualidade na Construção	B
Economia	Custos Diretos	Indicador de Custo de Mão-de-obra direta	C
		Indicador de Custo dos Materiais	C
		Indicador de Custo dos Equipamentos	C
	Custos Indiretos	Indicador de Custo de Mão-de-obra indireta	C
		Indicador de Multas, Coimas e Sanções	B
	Fornecedores	Indicador de Volume de Compras Locais	C
		Indicador de Volume de Compras Nacionais	C
		Indicador de Volume de Compras Estrangeiras	C
		Indicador de Relação Materiais-Distância	D
Inovação	Processos Construtivos	Indicador de Utilização de Tecnologias Construtivas Inovadoras	A
	Tecnologia Informática	Indicador de Utilização de Tecnologias Informáticas Inovadoras	A

4.4.8. IDENTIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES DOS INTERVENIENTES NO PROCESSO

Para que haja sucesso na fase de construção, ao nível do desempenho sustentável, torna-se necessário implementar princípios e práticas em obra, de modo a reduzir os impactos ambientais, sociais e económicos que decorrem da execução dos trabalhos.

A apresentação dos indicadores anteriormente propostos depende, essencialmente, do trabalho desenvolvido por três intervenientes: técnico do ambiente, técnico da segurança e técnico da sustentabilidade. O desempenho dos técnicos é fundamental para uma análise sustentável positiva. Assim, apresenta-se de seguida, resumidamente, as principais funções dos técnicos intervenientes no processo de cálculo do IS.

Técnico do Ambiente

O técnico do ambiente encontra-se apto a prestar apoio técnico às seguintes atividades de promoção e formação ambiental [48]:

- Elaborar inventários de recursos naturais e das causas poluidoras, cartografia temática e inquéritos na área da sociologia do ambiente;
- Proceder à caracterização de ecossistemas e à recolha e tratamento de informação e fontes documentais da política do ambiente;
- Proceder ao tratamento de indicadores dos fatores ambientais.

Técnico de Segurança

De modo a assegurar a aplicação de normas de prevenção e segurança, recorre-se ao conhecimento do técnico de segurança. Este técnico deve [48]:

- Elaborar técnicas e dispositivos de segurança, tendo em vista a prevenção de acidentes de trabalho e de doenças profissionais: analisa e mede a influência dos fatores acústicos, luminosos, de calor, de radiação e outros nas condições e meio ambiente de trabalho;
- Inspeccionar edifícios, instalações e equipamentos a fim de identificar fatores de risco bem como a observância de normas ergonómicas nos locais de trabalho;
- Estabelecer as normas e dispositivos de segurança adequados ao posto de trabalho e controlar o seu cumprimento;
- Elaborar relatórios de análise de acidentes de trabalho, sugerindo alterações a fim de reduzir a sua ocorrência;
- Preparar, organizar e por em execução, em articulação com diferentes profissionais, nomeadamente com o “Médico do Trabalho” campanhas de educação e prevenção de acidentes;
- Proceder ao tratamento de indicadores relacionados com a prevenção e segurança.

Técnico de Sustentabilidade

A função do técnico de sustentabilidade visa a gestão da sustentabilidade em obra, onde constam os seguintes procedimentos [49]:

- Diagnóstico do sistema de gestão da sustentabilidade, onde se contempla a análise dos recursos materiais, dos recursos humanos e procedimentos operacionais da obra relativamente às questões socio-ambientais;
- Elaboração de uma norma de referência para a empresa, onde se define os critérios ambientais, sociais e económicos a aplicar em obra e modo de implementação;
- Elaboração de um plano de sustentabilidade em obras para orientação dos intervenientes na obra de modo a cumprir a norma de referência;

- Formação às equipas intervenientes em obra para a aplicação do plano de sustentabilidade em obras;
- Monitorização e elaboração de relatórios de sustentabilidade em obra, através de indicadores de desempenho e acompanhamento da obra.

5

CASO DE ESTUDO: OBRA DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

5.1. INTRODUÇÃO

Os dados que servem de base a este estudo correspondem a uma empreitada, da empresa citada no capítulo 4, que por questões de natureza confidencial, se entendeu não identificar.

Deste modo, apenas se refere que esta se enquadra no perfil de uma obra de vias de comunicação, onde nos seus troços é possível verificar a existência de:

- passagens superiores e inferiores;
- passagens agrícolas;
- pontes e viadutos.

A sua inserção no local atravessa maciços rochosos, sendo o seu percurso maioritariamente montanhoso. Tratando-se de um projeto de investimento de interesse público, assume-se aqui uma parceria público-privada.

No dia 8 de Junho de 2012, visitou-se a obra. A visita à obra contou com uma reunião, no respetivo estaleiro, com a presença do gestor de sustentabilidade e do diretor pela área de sustentabilidade da empresa.

5.2. ASPETOS IMPORTANTES SOBRE OS DADOS DA OBRA

Na reunião com os engenheiros responsáveis pelo setor da sustentabilidade na obra, foram transmitidos alguns aspetos importantes, referentes aos dados da obra, que interferem no cálculo do IS. Nos pontos seguintes são citados os aspetos mais relevantes, referentes à qualidade, ao ambiente, à segurança, aos colaboradores e parceiros sociais.

Qualidade

- Relativamente à formação na área da qualidade, esta assenta maioritariamente na utilização de um software de gestão documental, o Aconex, cujas principais vantagens são o acesso on-line aos documentos e a redução substancial do arquivo em papel.

Ambiente

- Existe uma ação de acolhimento para os trabalhadores com o tema centrado em ambiente e arqueologia.

- Sempre que se verifica uma não-conformidade ambiental, há lugar a uma ação corretiva, que muitas vezes passa por novas formações, de modo a prevenir a sua repetição.

Água e Eletricidade

- Por vezes, existe dificuldade na contabilização dos consumos de água e luz. A leitura dos contadores é um aspeto que está a ser melhorado continuamente, de modo a não haver necessidade de recorrer às faturas mensais.
- Os subempreiteiros estão sensibilizados para disponibilizarem os seus dados. Este aspeto deve ser considerado uma rotina e visa aperfeiçoamento, pois por vezes não são disponibilizados devido à não obrigatoriedade legal.



Figura 5.1 - Contador de água



Figura 5.2 - Gestão de águas residuais

Gestão de Resíduos

- A quantificação dos resíduos é suportada pela receção dos “Certificados de Receção de Resíduos”, emitidos pelos operadores até 30 dias após a receção dos mesmos. Facto que pode impedir o fecho da sua contabilização para inclusão no IS até ao décimo quinto dia do mês seguinte, conforme definido.
- Há uma preocupação com a contaminação dos solos, pelos resíduos. De modo a evitar a contaminação dos solos recorre-se à pavimentação, bacias de retenção e telheiros.



Figura 5.3 - Separação de resíduos



Figura 5.4 - Contentor de resíduos

Movimentação de terras

- A sua quantificação é feita com base em Autos de Medição, que são alimentados pela realização de levantamentos topográficos.
- Os valores obtidos em obra vêm em m^3 , no entanto no IS estes valores devem ser apresentados em toneladas, diminuindo assim a precisão dos valores.



Figura 5.5 - Movimentação de terras em obra

Segurança

- Existe uma ação de acolhimento para os trabalhadores com o tema centrado em segurança.
- A cada mudança de tarefa existe formação específica aos trabalhadores, de forma a diminuir os riscos associados ao desempenho das tarefas.

- Sempre que se verifica uma não-conformidade, há lugar a uma ação corretiva, que muitas vezes passa por novas formações, de modo a prevenir a sua repetição.

Colaboradores

- Disponibilização de meios que permitam saudáveis, seguras, justas e dignas condições aos Colaboradores.
- A empresa disponibiliza de equipamentos de convívio e lazer.
- Realização de convívios entre colaboradores.
- A organização disponibiliza caixas de sugestões em locais estratégicos da obra, permitindo assim o acesso a todos os colaboradores, para que tenham ao seu dispor um meio que lhes permita dar sugestões sobre aspetos a melhorar na relação da empresa com estes; Todas as sugestões são alvo de uma resposta, que é afixada junto à caixa de sugestões de proveniência.

Parceiros sociais

- As principais ações desenvolvidas no contacto com os parceiros sócias são:
 - Estabelecimento de canais de comunicação, junto de diferentes parceiros sociais, nomeadamente Juntas de Freguesia;
 - Partilha de conhecimento e informação técnica através da participação em diferentes projetos desenvolvidos por alunos e instituições de ensino;
 - Formação e sensibilização;
 - Partilhar informação operacional;
 - Informação de ajuda.
- O controlo de contactos com os parceiros sociais que é efetuado pelos diferentes agentes da obra, é obtido através do contacto semanal via e-mail no sentido de se perceber se estes interagiram com a comunidade.

5.3. ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA PROPOSTA PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EM OBRA

5.3.1. CÁLCULO DOS INDICADORES PARA O CASO DE ESTUDO

Os dados fornecidos pela empresa responsável pela empreitada, da obra em análise, são referentes ao mês de Dezembro de 2011. A obra está dividida por áreas, sendo analisada apenas a Área de Produção A1.

Nem todos os dados solicitados foram disponibilizados, quer pela complexidade de determinação, quer pela inaplicabilidade dos mesmos à obra em questão. Deste modo, procedeu-se ao cálculo dos indicadores, com ausência dos seguintes dados:

- Área bruta de construção;
- Níveis de ruído;
- Ficha técnica dos equipamentos para obter os valores referentes à vibração;
- Número total de equipamentos;
- Total de materiais consumidos
- Quantidade de materiais novos consumidos;
- Quantidade de materiais perigosos consumidos;

- Quantidade de materiais reciclados consumidos;
- Número de geradores em obra e a sua potência;
- Distância aos fornecedores.

No quadro 5.1 estão representados os valores dos indicadores, as respectivas unidades e a suas pontuações, de acordo com a proposta do ponto 4.4.4 do capítulo anterior. Os indicadores que apresentam valor e pontuação com um traço (-) são os indicadores que apresentam ausência de dados, que impossibilitam a sua determinação.

Refere-se ainda que os indicadores com dependência de dois dados (indicadores com duas parcelas, sob a forma de divisão), em que existe ausência de apenas um dado e o parâmetro conhecido apresenta valor igual a zero, considerou-se o valor do indicador zero.

Quadro 5.1 - Valor dos Indicadores calculados para a Obra em Análise

Categoria	Subcategoria	Indicador	Valor	Unidade	Pontuação
Ambiente	A1	A1.1	-	Db/m ² construção	-
		A1.2	-	Hz/equipamento	-
	A2	A2.1	-	%	-
	A3	A3.1	34529,520	m ³	4
		A3.2	16,637	%	2
		A3.3	-	m ³ /km	-
Recursos	R1	R1.1	-	ton/m ² construção	-
		R1.2	-	ton/m ² construção	-
		R1.3	-	ton/m ² construção	-
	R2	R2.1	0,969	%	1
		R2.2	0,000	%	4
		R2.3	0,031	%	1
	R3	R3.1	0	m ³ /m ²	1
		R3.2	102,700	m ³ /captação	3
		R3.3	0	%	4
		R3.4	-	m ³ /trabalhador	-
		R3.5	-	%	-
	R4	R4.1	0,102	KWh/m ²	2
		R4.2	-	KWh/m ²	-
		R4.3	0	Kg/equipamento	1
		R4.4	-	Kg/equipamento	-
		R4.5	0	m ³ /m ²	1

Sociedade		R4.6	-	litros/equipamento	-
		R4.7	-	I/KW	-
		R4.8	0	litros/equipamento	1
	S1	S1.1	0,00029	Trabalhadores/m ²	4
	S2	S2.1	0,00282	%	1
		S2.2	0,00847	%	1
		S2.3	1	Nº	1
	S3	S3.1	0,087	h/trabalhador	4
		S3.2	0,296	h/trabalhador	4
		S3.3	0	h/trabalhador	4
Economia	E1	E1.1	-	€/m ² construção	-
		E1.2	-	€/m ² construção	-
		E1.3	-	€ m ² construção	-
	E2	E2.1	-	€/m ²	-
		E2.2	0	€/multa	1
	E3	E3.1	3,923	%	4
		E3.2	89,046	%	1
		E3.3	7,031	%	1
		E3.4	-	ton/km	-
Inovação	I1	I1.1	1	Nº	3
	I2	I2.1	-	Nº	-

Foi necessário utilizar uma densidade de 1.5ton/m³ para resolver a problemática do indicador A3.1 e A3.2.

No quadro 5.2 encontram-se os valores finais de cada indicador, após a multiplicação da pontuação pela ponderação percentual, neste caso para obras de vias de comunicação.

Quadro 5.2 - Valor final dos indicadores após ponderação percentual, para obras de vias de comunicação

Categoria	Subcategoria	Indicador	Pontuação	Análise Geral	Análise Económica	Análise Ambiental	Análise Social
Ambiente	A1	A1.1	-	-	-	-	-
		A1.2	-	-	-	-	-
	A2	A2.1	-	-	-	-	-
	A3	A3.1	4	0,16	0,128	0,224	0,128
		A3.2	2	0,08	0,064	0,112	0,064
		A3.3	-	-	-	-	-
Recursos	R1	R1.1	-	-	-	-	-
		R1.2	-	-	-	-	-
		R1.3	-	-	-	-	-
	R2	R2.1	1	0,02	0,02	0,02	0,02
		R2.2	4	0,08	0,08	0,08	0,08
		R2.3	1	0,02	0,02	0,02	0,02
	R3	R3.1	1	0,006	0,006	0,006	0,006
		R3.2	3	0,018	0,018	0,018	0,018
		R3.3	4	0,024	0,024	0,024	0,024
		R3.4	-	-	-	-	-
		R3.5	-	-	-	-	-
	R4	R4.1	2	0,01	0,01	0,01	0,01
		R4.2	-	-	-	-	-
		R4.3	1	0,006	0,006	0,006	0,006
		R4.4	-	-	-	-	-
		R4.5	1	0,006	0,006	0,006	0,006
		R4.6	-	-	-	-	-
		R4.7	-	-	-	-	-
		R4.8	1	0,008	0,008	0,008	0,008
Sociedade	S1	S1.1	4	0,16	0,128	0,128	0,224
	S2	S2.1	1	0,05	0,04	0,04	0,07
		S2.2	1	0,05	0,04	0,04	0,07
		S2.3	1	0,05	0,04	0,04	0,07
	S3	S3.1	4	0,08	0,064	0,064	0,112

Economia		S3.2	4	0,08	0,064	0,064	0,112
		S3.3	4	0,08	0,064	0,064	0,112
	E1	E1.1	-	-	-	-	-
		E1.2	-	-	-	-	-
		E1.3	-	-	-	-	-
	E2	E2.1	-	-	-	-	-
		E2.2	1	0,03	0,042	0,024	0,024
	E3	E3.1	4	0,12	0,168	0,096	0,096
		E3.2	1	0,03	0,042	0,024	0,024
		E3.3	1	0,03	0,042	0,024	0,024
		E3.4	-	-	-	-	-
Inovação	I1	I1.1	3	0,075	0,075	0,075	0,075
	I2	I2.1	-	-	-	-	-
IS				1,273	1,199	1,217	1,403

5.3.2. CONCLUSÕES

Os resultados dos indicadores foram positivos na maioria dos indicadores, obtendo estes a melhor pontuação (1), no entanto existem 7 indicadores com má pontuação (4).

Pode-se assim concluir acerca dos resultados que, no que diz respeito aos Recursos, existem bons resultados, podendo haver melhoria através nos indicadores referentes à reutilização de resíduos e no consumo de água da chuva. Ao nível da Economia, os resultados são bastante favoráveis, com exceção ao volume de compras a fornecedores locais. Na categoria Sociedade os resultados não são bons, com a maioria dos indicadores a apresentar pontuação 4, existindo assim pontos de melhoria ao nível da empregabilidade e da formação aos trabalhadores.

No que diz respeito ao valores obtido no IS, a obra apresenta melhor desempenho de acordo com uma análise económica, com um IS igual a 1,199. Já a análise ambiental apresenta pior desempenho com um valor de 1,403.

Salienta-se que viabilidade das conclusões é condicionada pela amostra, pois os dados são referentes apenas a um mês e poderão não demonstrar a realidade verificada em obra.

No que diz respeito a dificuldades, verificam-se dificuldades de operacionalização e dificuldades na implementação da proposta devido às características da obra. Deste modo, apresenta-se de forma sintetizada, nos pontos seguintes, as dificuldades identificadas aquando a aplicação da proposta.

Dificuldades de operacionalização

- A obtenção do parâmetro vibração, do indicador A1.2 é muito difícil de ser feita, sendo demorada e trabalhosa, podendo fazer com o indicador seja de difícil aplicabilidade na prática;

- A determinação da quantidade de materiais perigosos, no indicador R1.3, é difícil de obter, pois é um processo que pode torna-se moroso;
- O consumo de água dos furos, no indicador R3.2, pode apresentar limitações, dependendo da altura do ano. Normalmente no Inverno existe maior disponibilidade de água.

Dificuldades na implementação da proposta devido às características da obra

- A determinação do valor do indicador A1.1 poderá ser limitada pela dimensão da obra ou tipo de obra. Numa obra de grande dimensão, um aparelho muito ruidoso afeta menos que numa obra de pequena dimensão. Este facto pode tornar este indicador pouco útil;
- No indicador A3.3, a quantificação da distância percorrida até ao local de depósito de terras pode ser dificultada pela existência de vários locais de depósito, o que pode acontecer em obras de maior dimensão e com grande volume de terras para depósito;
- Relativamente ao indicador R1.1 e R1.2, na determinação da quantidade de materiais reciclados e novos podem surgir dificuldades, pois em obras de grande dimensão nota-se uma maior consumo de materiais;
- No que diz respeito ao indicador R3.4, a distância aos fornecedores pode ser dificultada em obras de maior dimensão devido à existência de muitos fornecedores;
- No indicador E3.1, a principal dificuldade denota-se na possível inexistência local de fornecedores qualificados para o nível de exigência técnica de certas obras.

5.4. IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA

No seguimento do caso de estudo e após a aplicação da proposta de indicadores, notou-se que existe pouca incidência em aspetos importantes como o ruído, a vibração e fornecedores. Deste modo, decidiu-se propor dois novos indicadores:

- A1.3 - Indicador de Perturbação
- A3.5 - Indicador de Proximidade dos Fornecedores

Optou-se por manter os indicadores que apresentavam alguma dificuldade na determinação dos parâmetros, pois considerou-se que estes são importantes para garantir o bom desempenho sustentável da obra. Existem duas exceções, os indicadores A3.3 e E3.4, como já referido, estes são de difícil aplicabilidade, porém a sua integração no cálculo do IS pode ser equacionada, ficando esta decisão a cargo da equipa que utilizará a proposta de cálculo do IS.

No quadro 5.3 representa-se quais os novos indicadores propostos para melhorar o IS, estão em evidência com o estilo **Negrito**, e os indicadores cuja manutenção no cálculo pode ser equacionada, realçados com **fundo cinzento**.

Quadro 5.3 - Indicadores para o Cálculo do Índice de Sustentabilidade em Obra, com proposta de novos indicadores

Categoria	Subcategoria	Abreviatura Subcategoria	Indicador	Abreviatura
Ambiente	Ruído e Vibração	A1	Indicador de Contaminação Acústica	A1.1
			Indicador do Nível de Vibração	A1.2
			Indicador de Perturbação	A1.3
	Atmosfera	A2	Indicador de Destruição do Habitat Natural	A2.1
	Uso do Solo	A3	Indicador de Equilíbrio Aterro-Escavação	A3.1
			Indicador de Depósito de Terras	A3.2
			Indicador de Relação Depósito-Distância	A3.3
Recursos	Materiais	R1	Indicador do Consumo de Materiais Reciclados	R1.1
			Indicador do Consumo de Materiais Novos	R1.2
			Indicador do Consumo de Materiais Perigosos	R1.3
	RCD	R2	Indicador de Resíduos Reciclados	R2.1
			Indicador de Resíduos Reutilizados	R2.2
			Indicador de Resíduos Eliminados	R2.3
	Água	R3	Indicador do Consumo de Água da Rede Pública	R3.1
			Indicador do Consumo de Água de Furos e Captações	R3.2
			Indicador do Consumo de Água da Chuva	R3.3
			Indicador de Disponibilidade de Água Potável para Consumo Humano	R3.4
			Indicador da Reutilização de Água	R3.5
	Energia	R4	Indicador do Consumo de Eletricidade	R4.1
			Indicador do Consumo de Eletricidade Sustentável	R4.2
			Indicador do Consumo de Gás Butano	R4.3
			Indicador do Consumo de Gás Propano	R4.4
			Indicador do Consumo de Gás Natural	R4.5
			Indicador do Consumo de Gasóleo	R4.6
			Indicador do Consumo de Gasóleo do Gerador	R4.7

			Indicador do Consumo de Gasolina	R4.8	
Sociedade	Emprego	S1	Indicador de Empregabilidade	S1.1	
	Segurança	S2	Indicador de Acidentes em Obra	S2.1	
			Indicador de Acidentes Graves em Obra	S2.2	
			Indicador de Não Conformidades no PSS	S2.3	
	Formação	S3	Indicador de Formação em Gestão Ambiental	S3.1	
			Indicador de Formação em Segurança e Saúde no Trabalho	S3.2	
			Indicador de Formação em Qualidade na Construção	S3.3	
	Economia	Custos Diretos	E1	Indicador de Custo de Mão-de-obra direta	E1.1
				Indicador de Custo dos Materiais	E1.2
Indicador de Custo dos Equipamentos				E1.3	
Custos Indiretos		E2	Indicador de Custo de Mão-de-obra indireta	E2.1	
			Indicador de Multas, Coimas e Sanções	E2.2	
Fornecedores		E3	Indicador de Volume de Compras Locais	E3.1	
			Indicador de Volume de Compras Nacionais	E3.2	
			Indicador de Volume de Compras Estrangeiras	E3.3	
			Indicador de Relação Materiais-Distância	E3.4	
			Indicador de Proximidade dos Fornecedores	E3.5	
Inovação	Processos Construtivos	I1	Indicador de Utilização de Tecnologias Construtivas Inovadoras	I1.1	
	Tecnologia Informática	I2	Indicador de Utilização de Tecnologias Informáticas Inovadoras	I2.1	

Nos quadros 5.4 e 5.5 estão definidas a forma de cálculo, pontuação e modo de determinação para os dois novos indicadores. É também proposto um técnico responsável pela obtenção dos parâmetros e definida uma periodicidade para o cálculo.

Quadro 5.4 - A1.3 Indicador de Perturbação

A1.3 Indicador de Perturbação		Pontuação
Forma de cálculo	$A1.3 = \frac{\text{Nº de reclamações ruído/vibração}}{\text{Total de Reclamações}} \times 100\%$ (%)	0%-25%→1 25%-50%→2 50%-75%→3 >75%→4
Abreviaturas	Nº de reclamações ruído/vibração – Total de reclamações referentes a ruído e/ou vibração Total de Reclamações – Total de reclamações, quer ao nível de ruído e vibração, quer outras reclamações	
Modo de determinação	O nº de reclamações deve ser consultado através dos serviços de apoio jurídico, caso estas sejam formalizadas. Caso contrário, deve-se consultar os documentos de comunicação de reclamação, aceites pela direção de obra.	
Técnico responsável	Técnico do Ambiente	
Periodicidade	Mensal	

Quadro 5.5 - E3.5 Indicador de Proximidade dos Fornecedores

E3.5 Indicador de Proximidade dos Fornecedores		Pontuação
Forma de cálculo	$E3.5 = 10 \text{ fornecedores mais próximos}$ (nº)	Todos estrangeiros→4 Pelo menos um de cada→3 Mais que 4 fornecedores locais ou 7 nacionais→2 Todos locais→1
Abreviaturas	10 fornecedores mais próximos – Localização dos 10 fornecedores mais próximos (locais, nacionais e estrangeiros)	
Modo de determinação	A localização dos fornecedores deve ser consultada através do contacto com o departamento de logística.	
Técnico responsável	Técnico de Sustentabilidade	
Periodicidade	Início da obra	

O intervalo de tempo estimado para a sua determinação apresenta-se no quadro 5.6. O intervalo é apresentado de acordo com o descrito no quadro 4.67.

Quadro 5.6 - Proposta do tempo de determinação dos novos indicadores

Indicador	Intervalo de tempo
Indicador de Perturbação	A
Indicador de Proximidade dos Fornecedores	C

6

CONCLUSÕES

6.1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da presente dissertação foram apresentados assuntos e expostos problemas relacionados com o tema central da dissertação, a sustentabilidade no setor da construção civil.

As questões de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável são, atualmente, uma preocupação para a sociedade em geral. Durante muitos anos, estas questões tornaram-se segundo plano, onde as preocupações com a qualidade e preservação do meio ambiente praticamente não existiam e as atividades humanas desenvolveram, ao longo do tempo, problemas ambientais irreversíveis.

Torna-se importante abordar a sustentabilidade, não apenas na vertente ambiental, mas também na vertente económica e social. O meio ambiente é o local onde nos inserimos e vivemos, e a sua preservação é de extrema importância para a sociedade. No entanto, sem condições económicas e uma sociedade harmonizada, a sua preservação é difícil ou até mesmo quase impossível. Os problemas ambientais ainda constituem um problema grave, que deve ser analisado pormenorizadamente, de modo a encontrar um conjunto de soluções e escolhas adequadas.

Os países e indústrias devem definir as suas prioridades, e colocar em prática soluções e medidas eficientes, não se cingindo apenas à divulgação de preocupações.

No que diz respeito ao setor da construção, torna-se necessário encontrar um equilíbrio entre a vertente económica e a vertente ambiental. O consumo de recursos deve ser racional e a quantificação dos impactes gerados ao longo do ciclo de vida dos edifícios é fundamental.

Na sequência da problemática dos impactes associados ao ciclo de vida dos edifícios, surgiram sistemas de apoio que incentivam a implementação de medidas e soluções equilibradas e visam alcançar uma construção sustentável. Estes sistemas são desenvolvidos por vários países e não permitem comparação entre os mesmos, um aspeto importante apontado pelos críticos, sendo este facto justificável pelas diferentes realidades e prioridades de cada países.

Na análise apresentada dos métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios, destacam-se as áreas da energia, água e matérias, como sendo áreas com elevada importância ao nível da sustentabilidade. Os sistemas LiderA e HQE são considerados os mais completos, dado que abordam a maioria dos indicadores de sustentabilidade estudados. Um projeto para futuro, seria a criação de um sistema europeu, que pudesse ser aplicado pelos países localizados na Europa.

A abordagem sustentável às diferentes fases do ciclo de vida das construções permite identificar a fase de projeto e a fase de construção como fases de extrema importância. Na fase de construção geram-se um conjunto de impactes significativos e apresenta um elevado consumo de recursos. A implantação

de um estaleiro em obra também apresenta impactes significativos no ambiente, nomeadamente ao nível do consumo de recursos, ruído e vibrações.

A avaliação dos impactes gerados na fase de construção não se encontra muito desenvolvido, não havendo nenhum método generalizado que permita avaliar a sustentabilidade em obra e consequentemente a comparação do desempenho sustentável entre estas, sendo identificado aqui um ponto a melhorar no setor da construção. Atualmente, muitas empresas do setor apresentam o seu próprio método de avaliação da sustentabilidade em obra, sob a forma de indicadores. As limitações ainda são muitas, no entanto, denota-se uma vontade de melhorar e promover a construção sustentável.

Por fim, salienta-se a importância do desenvolvimento de um único programa nacional que permita a avaliação da sustentabilidade em obra. Sugere-se a aplicação obrigatória destes programas por parte das empresas construtoras. Destaca-se ainda, a importância da aplicação de medidas, que devem estar monitorizadas por forma a se atingir o efeito pretendido.

Espera-se que este trabalho motive a realização de trabalhos futuros, no âmbito da construção sustentável e avaliação da sustentabilidade em obra.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Pinheiro, M. Duarte. *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente, Lisboa, 2006.
- [2] Duarte, Bruno M. A.. *Preocupações de Sustentabilidade e Especificações Técnicas de Obras*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- [3] http://www.jsce-int.org/event/2010/annual_meeting/rtm_10_leoncio.pdf Último acesso 11/06/2012
- [4] Sousa, H.. *Construção e Sustentabilidade*. Congresso CONCRETA: Reabilitar/Habitar, Outubro 2009, Porto.
- [5] Edwards, Brian. *O Guia Básico para a Sustentabilidade*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2008.
- [6] Shen, Li-Yin, Hao, Jian Li et al. *A Checklist for Assessing Sustainability Performance of Construction Projects*. Journal of Civil Engineering and Management 4, 2007, 273-281.
- [7] Mateus, R.. *Novas Tecnologias Construtivas com vista à Sustentabilidade da Construção*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Minho, 2004.
- [8] Plessis, du Chrisna. *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries, first discussion document*. Versão 2, Julho 2011.
- [9] Teixeira, A. Lara. *Operacionalização de Princípios de Sustentabilidade nas Práticas de Projeto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [10] Afonso, A. Silva. *Uso Eficiente da Água nos Sistemas Prediais*. Seminário Água e Sustentabilidade, Aveiro, 12 de Fevereiro de 2010.
- [11] Athens, L.. Ferguson, B.. *Sustainable Building Technical Manual*. Public Technology, United States of America, 1996.
- [12] Barbosa, I.. *Aplicação de Programas de Cálculo ao Estudo da Sustentabilidade de Edifícios de Habitação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- [13] Silva, L.. *Possibilidades de utilização de agregados de resíduos de construção e demolição na construção de edifícios correntes*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- [14] Silva, P.. *Reutilização de elementos construtivos na construção*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- [15] Almeida, M., Bragança, L.. Mateus. R.. *Tecnologias para a Sustentabilidade da Construção*. Universidade do Minho, 2008.
- [16] Afonso, J. Luiz. *Gestão, Eficiência e Qualidade da Energia Eléctrica e Fontes de Energias Renováveis em Edifícios*. 2º Congresso de Construção Sustentável, Universidade do Minho, Outubro 2006.
- [17] Isolani, P.. *Eficiência energética nos edifícios residenciais*. DECO, Lisboa, 2008.
- [18] <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=415612128461121&set=a.148549661834037.50569.148231798532490&type=1&theater> Último acesso 18/06/2012.
- [19] http://www.apambiente.pt/zdata/DAR/Ruido/o_rudo_e_a_cidade.pdf Último acesso 15/08/2012
- [20] Mateus Ricardo, Bragança. Luís. *Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Desenvolvimento de uma Metodologia para a Avaliação da Sustentabilidade de Soluções Construtiva*.

- [21] Lourenço, M. Santos.. *Questões Técnicas na Elaboração de Indicadores de Sustentabilidade*.
- [22] Van Belle. H. M.. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa*. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2005.
- [23] Yin, S. Y. L., Tserng, H. P., Tsai, M. D.. *A model of integrating the cycle of construction knowledge flows: Lessons learned in Taiwan*. Automation in Construction, 17, 2008, 536-549.
- [24] Gehlen. J.. *Aplicando a Sustentabilidade e a Produção Limpa aos Canteiros de Obras*. International Workshop Advances in Clear Production “Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change”, 2009, São Paulo.
- [25] Mesureur, B.. *Sustainable Building Allience*. CSTB Le Futur en Construction, Janeiro, 2010.
- [26] <http://www.lidera.info/?p=MenuPage&MenuId=15> Último acesso 14/06/2012.
- [27] http://www.lidera.info/resources/LiderA_Apresentacao_geral_2011_v1.pdf Último acesso 14/06/2012.
- [28] http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/metrics_report_01.pdf Último acesso 14/06/2012.
- [29] <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1989> Último acesso 14/06/2012.
- [30] Bueno, Cristiane, Rossignolo, João A.. *Desempenho ambiental de edificações: cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação*. Minerva, Pesquisa e Tecnologia 7, 45-52.
- [31] <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=222> Último acesso 14/06/2012.
- [32] <http://www.breeam.org/page.jsp?id=66> Último acesso 14/06/2012.
- [33] http://www.bienvivrechezmoi.com/logement_neuf/habitat_environnement0/ Último acesso 14/06/2012.
- [34] Rovers, R.. *The shift from “less bad” to “0-impact”*. Portugal SB10: Sustainable Building Affordable to All, 17-19 Março 2010, Portugal.
- [35] *Green Overlay to the RIBA Outline Plan of Work*. Royal Institute of British Architects, 2011.
- [36] Koukkari, L.. *Perspectives of building sustainability assessment*. Portugal SB07 Sustainable Construction, Materials and Practices: Challenge of the Industry for the New Millennium, IOS Press, Amsterdam, 2007.
- [37] Cardoso, F. F., Araújo V.M.. *Levantamento do estado da arte: Canteiro de Obras*. Tecnologia para Construção Habitacional mais Sustentável, 2007, São Paulo.
- [38] Martins, D. F.. *Sustentabilidade no Canteiro de Obras*. Projeto de Graduação para obtenção do Grau de Engenheiro Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- [39] http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/evol_tipol.html Último acesso 4/06/2012.
- [40] *Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março*. Diário da República, 1ª série, nº51, 12 de Março de 2012.
- [41] Silva. J.. *Ciclo de Debates – Turismo e Património*, 1999.
- [42] Fernández Sánchez, G., Rodríguez López. F.. *Proposal for the Integration of Sustainability Criteria in Civil Engineering Projects: A case study*. Informes de la Construcción 63, 2011, 65-74.
- [43] Oliveira. Paula Oliveira. *Estatística*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

- [44] Building Services Research and Information Association. *Environmental Code of Practice of Buildings and their services*. Maio, 1994.
- [45] Kibbert, C. J.. *Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction*. Sustainable Construction: Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16, Florida, US, 1994, 3-12.
- [46] Jones, Timothy, Shan, Yongwei, Goodrum, Paul M.. *An investigation of corporate approaches to sustainability in the US engineering and construction industry*. Construction Management and Economics, 28, Setembro 2011, 971–983.
- [47] Spencer, Phillippa C., Hendy, Chris R., Petty, Robert. *Quantification of sustainability principles in bridge projects*. Institution of Civil Engineers, Outubro 2011.
- [48] <http://www.iefp.pt/formacao/CNP/Documents/CAP3.pdf> Último acesso 28/06/2012
- [49] <http://www.cte.com.br/site/pso.php#> Último acesso 28/06/2012