U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

A IMPORTÂNCIA DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS PARA O CONFORTO TÉRMICO

CAROLINA BÔA SANTOS

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES



Orientadora: Professora Doutora Maria Helena Póvoas Corvacho

JULHO DE 2021

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

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 - 2020/2021 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2021*.

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.

A minha Família

O conhecimento fala, mas a sabedoria escuta

Jimmi Hendrix

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostava de agradecer a Deus por ter me dado força, paciência e resiliência para ter chegado até aqui.

Agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Maria Helena Corvacho, por aceitar conduzir o meu trabalho sempre com muita dedicação e maestria. Pelo seu apoio e contribuição, não só para a minha dissertação, como também na minha formação e, principalmente, pela paciência em todo o processo.

Sou grata à toda a minha família por sempre acreditar em mim e não terem medido esforços em fornecer todos os incentivos necessários para que isso fosse possível.

Deixo um agradecimento especial a todos os valores ensinados por meus pais, Fernanda e Carlos, sem os quais eu não teria sido capaz de concluir essa etapa tão importante em minha vida.

Sou grata ao meu irmão Thiago por ser exatamente do jeito que é e me impulsionar a me tornar sempre a minha melhor versão.

Agradeço ao meu avô por ter me apoiado no meu sonho de estudar fora do meu país e tornar possível mais esse triunfo.

Agradeço especialmente à minha prima Anna por todo o carinho e paciência que teve comigo durante todo o tempo de dedicação ao mestrado.

Agradeço pelo amor em cada gesto de apoio e incentivo fornecido, desde que me entendo por gente, por parte da minha prima-irmã Bruna e meus padrinhos Duda e Biana.

Sou grata, também, pelos meus amigos, em especial Gustavo, Bruna e Luana, por terem estado do meu lado nessa reta final, sendo suporte nos momentos mais difíceis e nos momentos de diversão, que mantiveram minha cabeça sã para obter os melhores resultados.

Agradeço aos meus amigos, Henrique e Hudy, por terem sido os melhores parceiros de estudo e sempre me incentivado a alcançar a minha melhor performance.

Gostava de agradecer a todos os professores e mestres que contribuiram na minha formação durante toda a minha trajetória até aqui e me instigaram a continuar sempre em busca do conhecimento.

E, por fim, todas as pessoas especiais em minha vida que, com certeza, constribuiram para que esse dia chegasse e que eu pudesse hoje me tornar Mestre em Engenharia Civil.

RESUMO

Nas últimas décadas, a regulamentação europeia no âmbito de projetos relacionados à térmica seguiu uma vertente que visava o aumento da eficiência energética de modo a manter a habitabilidade. Uma das formas de diminuir o consumo de energia no inverno para obter conforto térmico é aumentar os ganhos solares transmitidos para o interior, com isso aliaram-se conceitos arquitetónicos e de engenharia que resultaram na tendência do aumento da área dos vãos envidraçados das envolventes.

Entretanto, este aumento de ganhos solares, que seria benéfico para o inverno, poderia gerar consequências de sobreaquecimento a níveis demasiadamente desconfortáveis para o verão no interior de um edifício. Olhando para a estação de arrefecimento, e focando no conforto térmico ao invés da eficiência energética, é preciso reavaliar as características adotadas na conceção dos vãos envidraçados em específico seus fatores solares.

A presente dissertação propôs um estudo paramétrico que testou quanto ao conforto térmico do ambiente interior os valores máximos admissíveis de fator solar fornecidos pela Portaria nº 297/2019 – que foi concebida visando a eficiência energética - com o intuito de sugerir novos valores máximos admissíveis visando o conforto térmico. Para testar estes valores foi então concebido um compartimento fictício e estabelecida uma diversidade de cenários a variar parâmetros como orientação, área do envidraçado, zona climática, ventilação e inércia térmica.

Com auxílio do programa de cálculo LESOCOOL, o estudo paramétrico foi realizado em quatro etapas e ao final do estudo foi então apresentada uma tabela de valores sugeridos de fator solar máximos admissíveis de formato similar ao da tabela sugerida pela Portaria nº 297/2019 para consulta por projetistas e aplicação em suas conceções de novas construções ou reabilitações. Por fim ficou o incentivo a utilização desse trabalho como material de pesquisa e elaboração de novos estudos mais aprofundados na área de térmica de edifícios.

PALAVRAS-CHAVE: Conforto Térmico, Verão, Vãos Envidraçados, Fator Solar, Ganhos Solares.

ABSTRACT

In the last decades, the European standards in the field of projects related to thermic followed the path that aims to increase energy efficiency while keeping the habitability. One of the options of decreasing energy consumption during the winter season in order to obtain thermal comfort is to increase the solar gain transferred to indoor spaces, since that, engineering and architectural concepts were joined, what resulted in a trend of wider glazed spans in the facades.

However, the solar absorption increase, which would be beneficial during the winter, could result in overheating at highly uncomfortable levels for summer inside a building. Looking at the cooling station, with a focus on thermal comfort instead of energy efficiency, it is needed to re-evaluate the characteristics in the design of the glazed spans, in particular their solar factors.

This thesis comes up with a parametric study that tested the maximum allowable values of solar factor provided by Ordinance nº 297/2019 for the thermal comfort of the indoor environment. It aims to propose new maximum allowable values on thermal comfort. To do so, a fictitious compartment was then designed, and a variety of scenarios were established, varying parameters such as orientation, glazing area, climatic zone, ventilation, and thermal inertia.

By using the LESOCOOL calculus software, this parametric study was carried out in four phases, and, at the end of the study, it was presented a table with suggested values for maximum allowable solar factor, similar to the table on Ordinance nº 297/2019 available for consultation by designers and application in their design of new constructions or remodeling. Thus, there was an incentive to use this work as a source for research and preparation for new, more in-depth studies in the area of building thermal.

KEYWORDS: Thermal Comfort, Summer, Glazed Spans, Solar Factor, Solar Gains.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i
RESUMO iii
ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1
1.1. ÂMBITO DO TEMA 1
1.2. OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO 2
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO 3
2. CONFORTO TÉRMICO E TRANSFERÊNCIA DE CALOR 5
2.1. CONFORTO TÉRMICO 5
2.1.1. DEFINIÇÃO 5
2.1.2. FATORES INDIVIDUAIS 6
2.1.2.1. Taxa de atividade metabólica (Met) 6
2.1.2.2. Nível de Vestuário (Clo) 6
2.1.3. FATORES AMBIENTAIS 7
2.1.3.1. Temperatura Média Radiante 7
2.1.3.2. Temperatura do ar 7
2.1.3.3. Humidade do ar 8
2.1.3.4. Velocidade do ar 8
2.1.4. BALANÇO TÉRMICO 8
2.1.5. ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO 9
2.1.5.1. PMV – Predicted Mean Vote 9
2.1.5.2. PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied 10
2.1.5.3. Temperatura Operativa 11
2.1.5.4. GHD – Graus-hora de Desconforto 12
2.2. FENÔMENOS DE TROCAS TÉRMICAS 12
2.2.1. CONDUÇÃO 12
2.2.2. CONVECÇÃO 13
2.2.3. RADIAÇÃO 13
2.3. GANHOS SOLARES ATRAVÉS DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS 14

2.3.1. DEFINIÇÃO 14
2.3.2. CÁLCULO 14
2.3.3. FATOR SOLAR 14
2.3.4. GEOMETRIA E ORIENTAÇÃO SOLAR 15
2.3.5. ZONA CLIMÁTICA 16
2.3.6. INÉRCIA TÉRMICA 16
2.4. VENTILAÇÃO 17
3. METODOLOGIA 19
3.1. ÂMBITO 19
3.2. DESCRIÇÃO DO COMPARTIMENTO 19
3.3. PARÂMETROS 20
3.3.1. ZONA CLIMÁTICA 20
3.3.2. ORIENTAÇÃO 20
3.3.3. INÉRCIA TÉRMICA 20
3.3.4. FRAÇÃO ÁREA DO ENVIDRAÇADO/ÁREA DO PAVIMENTO 21
3.3.5. VENTILAÇÃO 21
3.4. CENÁRIOS 21
3.5. SELEÇÃO DOS DIAS A SIMULAR E RESPETIVOS DADOS CLIMÁTICOS 22
3.6. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE - LESOCOOL 26
3.6.1. VENTILAÇÃO 27
3.6.2. TEMPO 29
3.6.3. ZONA 29
3.6.4. DADOS CLIMÁTICOS 32
3.6.5. EFETUAR SIMULAÇÃO 34
4. SIMULAÇÕES – ANÁLISE DE RESULTADOS 37
4.1. ÂMBITO 37
4.2. RESULTADOS DO ESTUDO PARAMÉTRICO 37
4.2.1. ZONA CLIMÁTICA 37
4.2.2. ORIENTAÇÃO 39
4.2.3. INÉRCIA TÉRMICA 41
4.2.4. FRAÇÃO AENV/APAV 43
4.2.5. VENTILAÇÃO 45
4.2.6. FATOR SOLAR 48

4.3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS RELATIVOS AOS DIFERENTES CENÁRIOS 50

4.3.1. CRITÉRIO DE CONFORTO TÉRMICO 50

4.3.1.1. Temperatura máxima de conforto 51

4.3.1.2. Quantificação dos Graus-hora de desconforto 51

4.3.2. CUMPRIMENTO DOS CRITÉRIOS DE CONFORTO TÉRMICO 51

4.3.2.1. Primeira etapa de simulações 51

4.3.2.2. Segunda etapa de simulações 56

4.3.2.3. Terceira etapa de simulações 62

4.3.2.4. Quarta etapa de simulações 67

4.4. SUGESTÃO DE VALORES MÁXIMOS ADMISSÍVEIS PARA O FATOR SOLAR VISANDO O CONFORTO TÉRMICO 70

5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS ... 73

5.1. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 73

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 75

BIBLIOGRAFIA 77

ANEXOS 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. – Balanço térmico do corpo humano [5] 9

Figura 2.2. – Níveis de conforto térmico baseado na ISO 7730 [8] 9

Figura 2.3. – Gráfico adaptado da ISO 7730 para os valores de PPD % em relação aos valores de PMV [8] 10

Figura 2.4. – Diagrama da Norma SHRAE 55 para temperaturas operativas aceitáveis [2] 11

Figura 2.5. – Percurso do sol no verão no hemisfério Norte [11] 16

Figura 2.6. – Percurso do sol no inverno no hemisfério Norte [11] 16

Figura 3.1. – Temperatura Exterior para os 3 dias mais quentes do ano em cada uma das 3 zonas climáticas 23

Figura 3.2. – Faixas de temperaturas operativas aceitáveis para V1 pela Norma ASHRAE 55 [2] 24

Figura 3.3. – Faixas de temperaturas operativas aceitáveis para V2 pela Norma ASHRAE 55 [2] 25

Figura 3.4. – Faixas de temperaturas operativas aceitáveis para V3 pela Norma ASHRAE 55 [2] 25

Figura 3.5. – Interface do programa LESOCOOL e suas zonas principais 27

Figura 3.6. – Estratégias de ventilação do software LESOCOOL 27

Figura 3.7. – Janela de dados de ventilação hora a hora definidos manualmente do software LESOCOOL 28

Figura 3.8. – Área de definições de ventilação do software LESOCOOL 28

Figura 3.9. – Área de definições de tempo do software LESOCOOL 29

Figura 3.10. – Área de definições de zona do software LESOCOOL 29

Figura 3.11. – Área de definições de inércia manualmente do software LESOCOOL 30

Figura 3.12. – Área de definições de geometria do compartimento e do envidraçado do software LESOCOOL 30

Figura 3.13. – Temperatura interior automática do software LESOCOOL 31

Figura 3.14. – Secção de dados climáticos do software LESOCOOL 32

Figura 3.15. – Secção de temperaturas exteriores do software LESOCOOL 32

Figura 3.16. – Secção de temperaturas exteriores preenchida do software LESOCOOL 33

Figura 3.17. – Secção de ganhos solares do software LESOCOOL 33

Figura 3.18. – Secção de ganhos solares preenchida do software LESOCOOL 34

Figura 3.19. – Botão “GO” do software LESOCOOL 34

Figura 3.20. – Resultados de temperatura interior em forma de gráfico do software LESOCOOL 35

Figura 3.21. – Resultados de temperatura interior e exterior em forma de gráfico do software LESOCOOL 35

Figura 3.22. – Resultados em forma de tabela do software LESOCOOL 36

Figura 4.1. – Temperaturas Interiores e Exteriores para comparação entre zonas climáticas 38
Figura 4.2. – Temperaturas Interiores e Exteriores para comparação entre zonas climáticas 38
Figura 4.3. – Temperaturas Interiores para comparação entre zonas climáticas.....39
Figura 4.4. – Temperaturas Interiores nas quatro orientações diferentes.....40
Figura 4.5. – Temperaturas Exteriores e Temperaturas Interiores para Inércia Fraca e Forte.....41
Figura 4.6. – Temperaturas Exteriores e Interiores Inércia Fraca e Forte.....42
Figura 4.7. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes frações de área de envidraçado ..43
Figura 4.8. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes frações de área de envidraçado ..44
Figura 4.9. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes renovações horárias do ar e 3 dias mais quentes 45
Figura 4.10. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes renovações horárias do ar e 3 dias mais quentes 46
Figura 4.11. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes renovações horárias do ar e 3 dias mais quentes do verão 47
Figura 4.12. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes renovações horárias do ar e 3 dias mais quentes do verão 47
Figura 4.13. – Diferentes fatores solares para um mesmo cenário 49
Figura 4.14. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 58
Figura 4.15. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 59
Figura 4.16. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 59
Figura 4.17. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 60
Figura 4.18. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 60
Figura 4.19. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 61
Figura 4.20. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 61
Figura 4.21. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática 62
Figura 4.22. – Temperaturas Exteriores das três zonas climáticas consideradas para os três dias típicos 63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. – Taxas de metabolismo para diferentes atividades [4].....6

Tabela 2.2. – Valores de resistência térmica para vestuário [4].....7

Tabela 2.3. – Valores máximos admissíveis de fator solar de acordo com a Portaria 297/2019 [1].....15

Tabela 2.4. – Classes de inércia térmica interior, I_t [12].....17

Tabela 3.1. – Cenários a serem simulados e respetivo fator solar.....22

Tabela 4.1. – Cenários de V1 com GHD igual a zero na primeira etapa, para os 3 dias mais quentes do ano.....52

Tabela 4.2. – Cenários de V2 com GHD igual a zero na primeira etapa, para os 3 dias mais quentes do ano.....53

Tabela 4.3. – Cenários de V3 com GHD igual a zero na primeira etapa, para os 3 dias mais quentes do ano.....54

Tabela 4.4. – Cenários de V1 com GHD igual a zero na segunda etapa, para os 3 dias mais quentes do ano.....57

Tabela 4.5. – Cenários de V2 com GHD igual a zero na segunda etapa, para os 3 dias mais quentes do ano.....57

Tabela 4.6. – Cenários de V3 com GHD igual a zero na segunda etapa, para os 3 dias mais quentes do ano.....57

Tabela 4.7. – Valores de GHD (>26 ºC) para V1 na terceira etapa.....64

Tabela 4.8. – Valores de GHD (>27 ºC) para V2 na terceira etapa.....64

Tabela 4.9. – Valores de GHD (>28 ºC) para V3 na terceira etapa.....65

Tabela 4.10. – Cenários de V1 com GHD (>26 ºC) igual a zero na terceira etapa.....65

Tabela 4.11. – Cenários de V2 com GHD (>27 ºC) igual a zero na terceira etapa.....66

Tabela 4.12. – Cenários de V3 com GHD (>28 ºC) igual a zero na terceira etapa.....66

Tabela 4.13. – Fatores solares sugeridos para os cenários de V1 de desconforto térmico na terceira etapa, considerando os três dias típicos de Verão.....67

Tabela 4.14. – Fatores solares sugeridos para os cenários de V2 de desconforto térmico na terceira etapa, considerando os três dias típicos de Verão.....67

Tabela 4.15. – Fatores solares sugeridos para os cenários de V3 de desconforto térmico na terceira etapa, considerando os três dias típicos de Verão.....68

Tabela 4.16. – Fatores solares encontrados ao visar o conforto térmico.....69

Tabela 4.17. – Valores de Fator Solar máximos admissíveis sugeridos para projetos de edifícios que visam o conforto térmico (para rph=1).....71

Tabela 6.1. – Valores de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V1 nos três dias mais quentes do ano.....80

Tabela 6.2. – Valores de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V2 nos três dias mais quentes do ano 81

Tabela 6.3. – Valores de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V3 nos três dias mais quentes do ano 82

Tabela 6.4. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Norte nos três dias mais quentes do ano 83

Tabela 6.5. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Este nos três dias mais quentes do ano 84

Tabela 6.6. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Sul nos três dias mais quentes do ano 85

Tabela 6.7. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Oeste nos três dias mais quentes do ano 86

Tabela 6.8. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Norte nos três dias mais quentes do ano 87

Tabela 6.9. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Este nos três dias mais quentes do ano 88

Tabela 6.10. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Sul nos três dias mais quentes do ano 89

Tabela 6.11. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Oeste nos três dias mais quentes do ano 90

Tabela 6.12. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Norte nos três dias mais quentes do ano 91

Tabela 6.13. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Este nos três dias mais quentes do ano 92

Tabela 6.14. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Sul nos três dias mais quentes do ano 93

Tabela 6.15. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Oeste nos três dias mais quentes do ano 94

Tabela 6.16. – Valores de Temperatura Exterior e de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V1 nos três dias típicos de Verão 95

Tabela 6.17. – Valores de Temperatura Exterior e de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V2 nos três dias típicos de Verão 96

Tabela 6.18. – Valores de Temperatura Exterior e de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V3 nos três dias típicos de Verão 97

Tabela 6.19. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 1) 98

Tabela 6.20. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 2) 99

Tabela 6.21. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 3).....100

Tabela 6.22. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 4).....101

Tabela 6.23. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V2 nos três dias típicos de Verão (parte 1).....102

Tabela 6.24. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V2 nos três dias típicos de Verão (parte 2).....103

Tabela 6.25. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V2 nos três dias típicos de Verão (parte 3).....104

Tabela 6.26. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V3 nos três dias típicos de Verão (parte 1).....105

Tabela 6.27. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V3 nos três dias típicos de Verão (parte 2).....106

Tabela 6.28. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V3 nos três dias típicos de Verão (parte 3).....107

Tabela 6.29. – Valores de GHD (>26 ºC) para V1 em cada uma das 3 etapas de simulação.....108

Tabela 6.30. – Valores de GHD (>27 ºC) para V2 em cada uma das 3 etapas de simulação.....109

Tabela 6.31. – Valores de GHD (>28 ºC) para V3 em cada uma das 3 etapas de simulação.....110

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

N – orientação Norte

E – orientação Este

S – orientação Sul

O – orientação Oeste

g_T – Fator Solar do envidraçado

$g_{Tmáx}$ – Fator Solar máximo admissível do envidraçado

Rph – Renovações por hora

PMV – Predicted Mean Vote

PPD – Predicted Percentage Dissatisfied

GHD – Graus-hora de Desconforto

Ti auto – Temperatura interior inicial automática

1
INTRODUÇÃO

1.1. ÂMBITO DO TEMA

Desde os primórdios, as construções foram erguidas como um meio de proteção para os indivíduos e com o passar do tempo, foram ganhando também a finalidade de proporcionar bem estar para as pessoas. Uma das formas de gerar bem estar para um indivíduo é favorecer certos tipos de conforto, e o conforto térmico é um dos que mais está aliado não só ao bem estar, como à sobrevivência do ser humano.

As habitações são, em geral, os locais onde as pessoas mais passam seu tempo durante toda a vida. Portanto, pensar no conforto térmico das habitações foi adquirindo uma importância cada vez maior conforme as tecnologias das construções foram evoluindo.

Há algumas décadas, nas zonas de inverno muito severo - como no norte da Europa e na América do Norte – ergueu-se uma linha de estudos com intuito de mitigar o desconforto térmico causado pelo frio dentro das construções. Impulsionada pela determinação de aumentar o aproveitamento dos ganhos solares para redução dos custos energéticos de aquecimento nas construções, aliaram-se conceitos arquitetónicos e de engenharia que culminaram numa tendência de incrementação da área dos vãos envidraçados das envolventes.

O aumento dos ganhos solares elevaria a temperatura interior de maneira a diminuir os gastos com energia elétrica ou outras fontes para aquecimento do ar do compartimento quando o objetivo é eficiência energética, e quando o objetivo é conforto térmico, esse incremento na temperatura interior faria com que as condições interiores tivessem mais chances de cumprir as necessidades de conforto. Concomitantemente, a abertura de tais vãos envidraçados proporcionaria um reforço da ventilação, quando necessário, contribuindo para evitar o sobreaquecimento no verão.

Contudo, esse novo rumo resultou em graves problemas para a estação de arrefecimento devido, principalmente, ao acréscimo da incidência solar através dos envidraçados. Já que o aumento das dimensões das janelas é permanente - quando avaliado o período anual - o verão seria conjuntamente atingido sofrendo transtornos futuros. E, por efeito da incidência solar se manifestar de maneiras distintas nas diferentes épocas do ano, contribuiu-se para o sobreaquecimento na estação de arrefecimento. O que se dá em virtude de a intensidade de radiação solar ser muito mais elevada no verão comparativamente ao inverno.

Portanto, passou a acarretar em mais horas de desconforto no verão às custas do recuperado de desconforto no inverno. E do ponto de vista energético, a necessidade de energia para arrefecimento nos meses mais quentes aumentou, embora a necessidade de energia para aquecimento nos meses mais frios, possa ter diminuído. Percebeu-se, assim, há alguns anos a necessidade dos engenheiros civis em

contribuir com pesquisas que visam justamente realinhar a importância de se olhar conjuntamente para todas as estações do ano.

Levando em conta a totalidade dos elementos construtivos de uma envolvente, indubitavelmente, os que contribuem para a mais considerável parcela de influência na troca de calor - do meio externo com o interno - são os vãos envidraçados – dependendo naturalmente da sua área e do nível de isolamento da envolvente opaca. Portanto, esta tese direciona-se ao estudo do efeito dos vãos envidraçados e sugere novos valores máximos admissíveis que limitem os parâmetros que influenciam no conforto térmico do compartimento.

1.2. OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO

No projeto de uma habitação, leva-se em consideração diversos fatores que podem alterar o conforto térmico do ambiente. Dentre eles, a temperatura interior, que é altamente influenciada pelos ganhos solares através do vão envidraçado, já que este elemento da envolvente é relevante para a troca de calor do ambiente exterior com o interior.

O objetivo dessa dissertação é avaliar o conforto térmico de um compartimento fictício e propor valores de fator solar máximos admissíveis, baseados em critérios de conforto. Para chegar aos tais valores serão estabelecidos uma quantidade de cenários a variar parâmetros – como área do envidraçado, orientação do envidraçado, zona climática, ventilação e inércia térmica – e serão testados os valores de fator solar máximos admissíveis fornecidos pela Portaria 297/2019 [1], quanto ao seu impacto no conforto térmico do ambiente interior.

Os valores definidos por esta portaria [1] foram muito cuidadosamente desenvolvidos em torno da questão de eficiência energética de obras de reabilitação enquanto que este presente trabalho será desenvolvido de forma a cumprir objetivos de conforto térmico da edificação. É sabido que já existem valores estabelecidos para utilização em projetos de novas construções, porém nesta tese foi optado por utilizar os da portaria citada pois são mais numerosos e bastante específicos para diferentes combinações de parâmetros.

Como forma de obter os resultados será necessário calcular as temperaturas horárias do ar no interior do compartimento e será utilizado o programa Lesocool para este fim. Como o programa sugere, serão analisadas 72 h de dados no presente estudo paramétrico para cada um dos cenários. A fase de cálculos será separada em 4 etapas sendo as duas primeiras para os 3 dias mais quentes do ano e as duas últimas para 3 dias típicos de verão, cada um deles definidos especificamente para cada uma das 3 zonas climáticas de verão.

Ao decorrer de cada etapa serão contabilizados os graus-hora de desconforto como índice de conforto térmico. Para os casos que não obtiverem conforto térmico com o valor de fator solar base utilizado, serão testados novos valores de fator solar de forma a atingir o conforto desejado. Ao final de todas as etapas será então apresentada uma tabela de valores de fator solar para cada um dos cenários avaliados e por fim uma última tabela de formato similar ao da tabela da Portaria nº 297/2019 com valores a serem sugeridos como fatores solares máximos admissíveis para consulta por projetistas e aplicação em suas conceções de novas construções ou reabilitações.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho se divide em 5 capítulos. O primeiro deles de introdução, o último de conclusão e os demais como definido a seguir.

O capítulo 2 apresenta os conceitos de conforto térmico, os princípios de transmissão de calor através de vãos envidraçados, os critérios de avaliação do conforto térmico e os conceitos de outras variáveis importantes para esta tese.

No capítulo 3, encontra-se a descrição da metodologia aplicada nas simulações. Nomeadamente a definição dos cenários a analisar, detalhamento dos cálculos realizados, critérios a serem considerados e a descrição detalhada do software a ser utilizado na análise.

O capítulo 4 mostra os resultados dos estudos paramétricos realizados, avalia os efeitos de cada parâmetro e testa valores de fator solar de acordo com o critério de conforto térmico definido. No fim deste capítulo, encontra-se uma tabela de sugestão de valores de fator solar máximos admissíveis a serem consultados para fins de futuros projetos de edificação.

E por fim, no capítulo 5 apresentam-se as conclusões tomadas a partir do estudo realizado para os valores de fator solar testados quanto ao conforto térmico.

2

CONFORTO TÉRMICO E TRANSFERÊNCIA DE CALOR

2.1. CONFORTO TÉRMICO

2.1.1. DEFINIÇÃO

De acordo com a ASHRAE 55, o conforto térmico pode ser definido como um estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente circundante [2]. Assim sendo, existe uma certa dificuldade de o mensurar de maneira geral, já que depende não só das características do ambiente, como também da pessoa que o está a sentir. Portanto, surge a necessidade na engenharia de se definir esse conceito numericamente a fim de se tornar um parâmetro mensurável.

As variáveis que influenciam o conforto térmico são então separadas entre ambientais e individuais. Em relação ao ambiente tais variáveis são: temperatura média radiante, temperatura do ar, velocidade do ar e humidade do ar. Em relação ao indivíduo, as variáveis são: nível de vestuário e a taxa de atividade metabólica. Entretanto, a atividade metabólica também depende, para além da atividade que está a ser exercida, de particularidades do indivíduo como: gênero, idade, etnia, entre outros. Pois esses fatores fisiológicos influenciam na sensação térmica de cada pessoa.

Para exemplificar essa questão, é de fácil percepção imaginar que um indivíduo que vive no extremo norte do planeta - em zonas de frio quase o ano inteiro - vai sentir menos frio quando o ambiente está a 15 ºC do que uma pessoa que vive em zonas perto da Linha do Equador - onde as temperaturas são praticamente todo o ano bastante altas. Da mesma forma, se compararmos duas pessoas num mesmo ambiente, uma se exercitando fisicamente e outra parada, ou uma com muitas camadas de roupa enquanto que a outra está quase desnuda, tais pessoas vão ter percepções diferentes da mesma temperatura do ar. Pode ser que uma se sinta termicamente confortável e a outra não.

Também existe o facto de que nosso corpo apenas armazena a memória de temperatura de dias mais recentes, logo quando estamos numa estação de verão e ao exterior há temperaturas que podem chegar até 35ºC durante o dia, então talvez dentro de casa, já seja confortável uma temperatura de 27ºC, por exemplo. Enquanto que, no inverno, com temperaturas no exterior da casa de 15ºC, já seja confortável uma temperatura de 22ºC no interior da casa. E o nosso corpo é capaz de se sentir confortável apenas pela diferença considerável de temperatura entre os ambientes, e não a basear-se na temperatura confortável de meses atrás.

Logo a seguir estão ilustrados os conceitos e a forma de calcular de cada uma dessas variáveis que constituem a ideia de conforto térmico. Porém, como essa tese estuda a importância do vão envidraçado

para o conforto térmico, a temperatura do ar conjuntamente com a temperatura média radiante serão as variáveis mais relevantes dentre essas.

2.1.2. FATORES INDIVIDUAIS

2.1.2.1. Taxa de Atividade Metabólica (Met)

O ser humano pode ser comparado com uma máquina de gerar calor [3] e a quantidade de calor gerado depende da atividade que ele está a exercer - seja ela correr, caminhar ou descansar. O que quer dizer que quanto mais intensa é a atividade que o corpo exerce, maior a atividade metabólica e maior a sua temperatura corporal, portanto a necessidade de se estar em um ambiente com uma temperatura menor, maior humidade e/ou maior velocidade do ar para que se regule a temperatura corporal e se sinta termicamente confortável novamente.

Isso se deve ao facto de que o corpo tende a buscar sempre manter-se à temperatura entre 36 e 37 ºC, e quando sua temperatura está muito maior ou muito menor do que isso, é necessário acionar mecanismos de troca de calor para que se atinja tal temperatura. Para haver troca de calor seca com o ambiente, é necessário que o ambiente esteja a uma temperatura diferente, no caso de o corpo estar muito quente, a temperatura do ar deve ser menor do que a temperatura corporal. Essa regulação de temperatura corporal também pode ser realizada através de trocas húmidas de calor, como a liberação de calor do corpo através da evaporação do suor liberado pela pele.

Porém, para o suor evaporar depende das condições de humidade relativa e da velocidade do ar. Já que quanto maior a quantidade de vapor de água no ar – humidade absoluta do ar – menor a quantidade de água que o ar vai ser capaz de absorver, ou seja, a evaporação do suor vai ser dificultada quando o ar estiver muito húmido. A velocidade do ar influencia nesse processo já que ela é capaz de renovar a quantidade de vapor de água presente no ar de cada espaço através do deslocamento do volume de ar.

A taxa de atividade metabólica pode ser indicada através da unidade Met, os valores podem ser baseados na tabela 2.1. [4].

Tabela 2.1. – Taxas de metabolismo para diferentes atividades [4]

Atividade	Metabolismo (W/m2)	Metabolismo (Met)
Deitado	46	0,8
Sentado, relaxado	58	1,0
Atividade sedentária	70	1,2
Atividade leve em pé	93	1,6
Atividade média em pé	116	2,0
Grande atividade	175	3,0

2.1.2.2. Nível de Vestuário (Clo)

Quando se experimenta uma sensação térmica desagradável para o corpo humano, a forma de se reequilibrar termicamente é através da troca de calor do corpo com o meio. E a maneira como o indivíduo está vestido vai influenciar diretamente na intensidade dessa troca, por consequência na facilidade de se obter o conforto térmico. Isso se deve ao facto de que a roupa pode funcionar como: barreira de

sombreamento para a radiação solar a depender da opacidade do tecido; barreira física para a condução de calor a depender da sua resistência térmica; barreira de convecção através do armazenamento de uma fina camada de ar entre a pele e roupa [3].

E para cada tipo de roupa existe um nível de resistência térmica associado, I_{cl}, e o somatório de todas as peças de roupa de um indivíduo reflete uma resistência térmica total, I_t. A partir disso, foi desenvolvida uma forma de quantificar o nível de vestuário através da unidade Clo, alguns valores de base se encontram na tabela 2.2. [4]. Então o nível de vestuário total do indivíduo pode ser calculado pela soma de cada peça de roupa que está a vestir.

Tabela 2.2. – Valores de resistência térmica para vestuário [4]

Vestuário	Resistência térmica (clo)
Meias	0,02
Roupa Interior	0,03
Camisa	0,20
Calças	0,25
Sapatos	0,04

2.1.3. FATORES AMBIENTAIS

2.1.3.1. Temperatura Média Radiante

A radiação é o transporte de calor através de ondas eletromagnéticas. Quando estamos em contato direto com a radiação solar, por exemplo, somos capazes de sentir uma parcela a mais de transmissão de calor além da convecção e condução, e é possível notar que esse fenómeno não depende da temperatura do ar.

Entretanto, o sol não é a única fonte de radiação, todos os corpos que possuem capacidade de armazenar calor também emitem radiação para o seu exterior. E essas ondas eletromagnéticas se propagam pelo ambiente e têm sua intensidade diminuída conforme a distância. Portanto, o calor transmitido através da radiação é sentido de magnitudes diferentes dependendo da distância entre a fonte e o receptor da onda e da temperatura a que ambos os corpos se encontram. Isso reflete-se no cálculo da chamada Temperatura Média Radiante.

Para calcular a temperatura média radiante de um compartimento, faz-se uma média pesada das temperaturas de todas as superfícies que constituem o compartimento em estudo. E o resultado obtido por esse cálculo é o equivalente a uma temperatura uniforme de uma envolvente imaginária em que o calor que é transferido por radiação pelo corpo de um indivíduo é o mesmo que será transmitido estando esse indivíduo no ambiente real não uniforme [5].

2.1.3.2. Temperatura do ar

A temperatura do ar é a temperatura que pode medir-se através de termômetros simples que não levam em consideração nem a umidade do ar, nem a temperatura radiante. Ela também pode ser considerada

muitas vezes como a parcela mais importante do conforto térmico ou até o único parâmetro para a medição do mesmo.

O regulamento REH - relacionado ao Decreto-Lei nº 118/2013 [6] ao qual se refere a Portaria 297/2019 [1] citada anteriormente - sugere o uso de temperatura de conforto de 25 ºC para a estação de arrefecimento. Porém, para esse trabalho será utilizada como base as temperaturas sugeridas pela Norma ASHRAE 55 que, de forma mais específica, sugere valores aceitáveis de temperatura operativa (explicada na secção 2.1.5.3), através de um gráfico de acordo com a temperatura média mensal exterior. Portanto, para cada localidade é possível obter uma temperatura limite particular [2].

2.1.3.3. Humidade do ar

Para cada combinação de temperatura e pressão do ar existe uma quantidade de vapor de água limite antes que esse vapor volte a se condensar, quando atinge esse ponto é considerado que o ar está saturado. E então a humidade absoluta é a quantidade de vapor de água existente no ar, enquanto que a humidade relativa é a quantidade de vapor d'água no ar relativo a quantidade limite para torná-lo saturado.

A humidade influencia na sensação de conforto térmico já que ela define a quantidade de água que pode ainda ser evaporado e por consequência, a magnitude da perda de calor de um corpo através da evaporação do suor liberado por ele como mecanismo de arrefecimento.

2.1.3.4. Velocidade do ar

A ventilação natural ocorre quando há deslocamento de ar por diferença de pressão em espaços distintos ou diferença de temperatura no mesmo espaço. A primeira acontece quando se abre uma janela ou porta e os ambientes tendem a entrar em equilíbrio de pressões. A segunda, por meio de convecção natural onde o ar quente sobe e o ar frio desce, gerando um movimento cíclico do ar. A velocidade do ar é o deslocamento do ar por uma certa unidade de tempo.

O ar também pode se deslocar por geração forçada de vento quando sistemas de ventilação mecânica são utilizados. Nesse caso, a convecção continua a acontecer só de maneira mais intensa e é chamada de convecção forçada. A ventilação mecânica pode ser uma estratégia bastante adequada quando se trata de construções que demandam uma renovação de ar mínima para a utilização adequada do local como escolas e locais de grande aglomeração de pessoas. Ou mesmo quando a demanda não é só de circulação de ar, mas de uma taxa de renovação de oxigênio muito específica por questões sanitárias como hospitais e locais de sáude.

O vento não é só importante para liberar calor das superfícies dos elementos de construção, mas também do corpo dos indivíduos. Já que, quanto maior a velocidade do ar, mais rápida a evaporação do suor liberado pela pele, portanto mais rapidamente acontece a troca de calor do corpo com o ambiente e devolvido a sensação de arrefecimento. Isso se deve ao facto de ao deslocar o ar, a capacidade do mesmo de reter vapor d'água pode aumentar, e tornar-se mais fácil a liberação desse suor da pele do indivíduo.

2.1.4. BALANÇO TÉRMICO

O balanço térmico acontece quando a demanda de conforto térmico fisiológica do ser humano é atingida pelas características térmicas do ambiente que o circunda. Ou de maneira mais matemática, quando a quantidade de calor produzida pelo indivíduo se iguala à quantidade de calor perdida para o ambiente que o circunda.

Como forma de definir numericamente esse balanço, é criada uma variável S, acumulação de calor no corpo humano, e definida sua forma de cálculo na equação 1 a seguir.

$$S = M \pm W \pm R \pm C \pm K - E \pm Res \quad (1)$$

Onde todas as variáveis da equação estão em W/m^2 e representadas na figura 2.1. abaixo. Quando o valor de S é igual a zero, quer dizer que se obteve o balanço térmico.

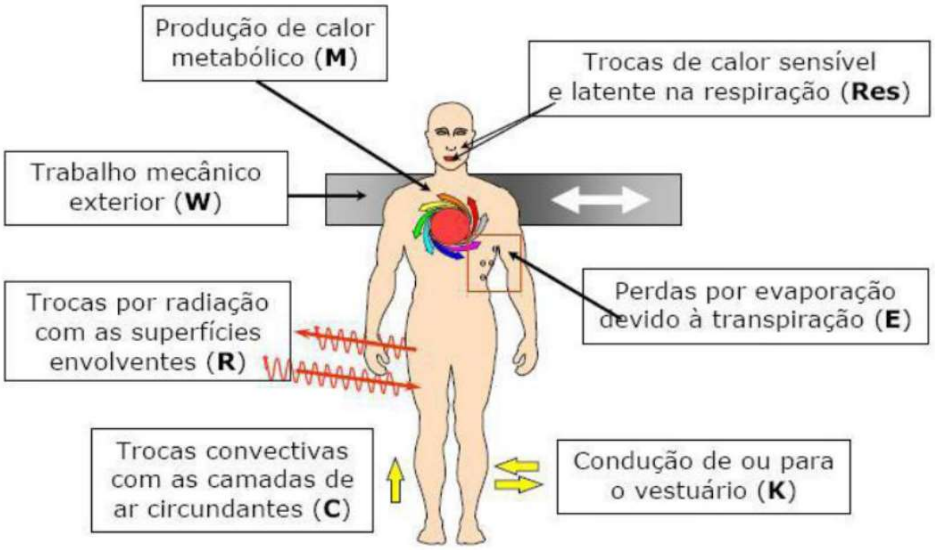


Figura 2.1. – Balanço témico do corpo humano [5]

2.1.5. Índices de Conforto Térmico

Com a necessidade de quantificar o conforto térmico foram desenvolvidos alguns índices capazes de avaliar se uma determinada situação encontra-se termicamente confortável ou não. Dentre eles, os mais conhecidos são o PMV, o PPD, a Temperatura Operativa e o GHD. Nesta tese foi escolhido utilizar o índice GHD, Graus-hora de Desconforto, para quantificar o desconforto a partir da temperatura do ar de cada zona em específico.

2.1.5.1. PMV – Predicted Mean Vote

Este é um índice que prevê o voto médio dos ocupantes do ambiente que está a ser analisado. Desenvolvido por Fanger em 1970, os níveis de voto são apresentados pela ISO 7730 como mostra a figura 2.2. abaixo [7].

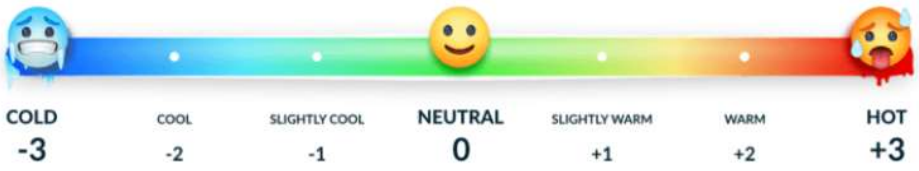


Figura 2.2. – Níveis de conforto térmico baseado na ISO 7730 [8]

Essa forma de avaliar leva em conta a sensação que as pessoas têm do equilíbrio ou desequilíbrio da troca de calor com o ambiente. Por isso depende de características fisiológicas da pessoa que está sentindo e também das características térmicas do ambiente em que se está inserida. Como mostra a figura 2.2. exemplificadamente, a pessoa se sente neutra, voto 0, quando encontra o equilíbrio térmico; a pessoa se sente com frio, voto -3, quando seu corpo perde mais calor do que produz ou recebe; se sente com calor, voto +3, quando seu corpo produz ou recebe mais calor do que consegue perder para o ambiente. E os outros valores de votos que se encontram entre eles correspondem as sensações térmicas intermediárias entre as citadas acima.

2.1.5.2. PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied

Também criado por Fanger [7], o PPD é um índice que prevê o percentual de pessoas insatisfeitas. A teoria dele garante que pelo menos 5% das pessoas vão estar sempre a sentir desconforto térmico em qualquer ambiente devido às inúmeras diferenças no organismo das pessoas. Na figura 2.3. abaixo está a representação dos valores de PPD baseados no valor de PMV definido anteriormente.

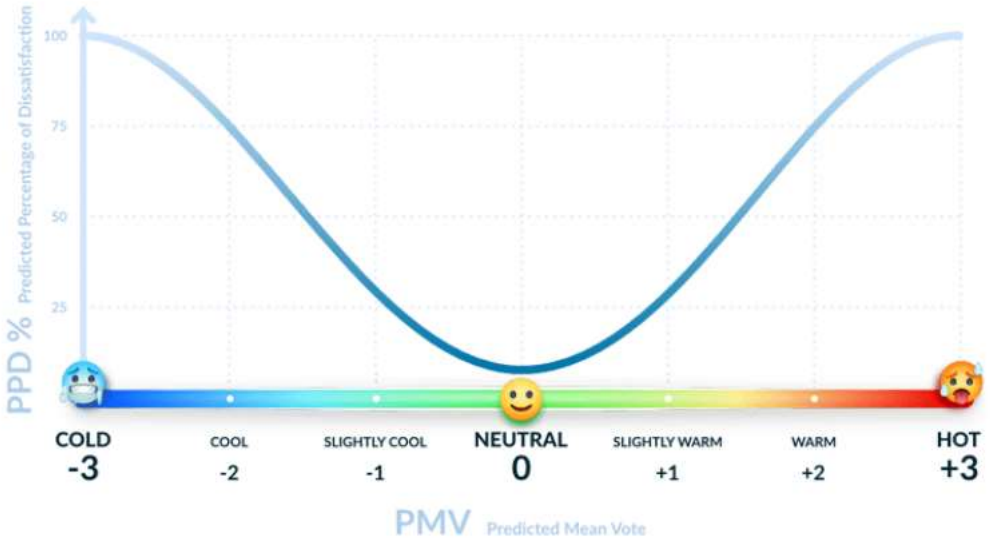


Figura 2.3. – Gráfico adaptado da ISO 7730 para os valores de PPD % em relação aos valores de PMV [8]

A ISO 7730 considera como zona de conforto térmico os valores de PPD correspondentes ao seguinte intervalo de PMV: -0,5<PMV<0,5 [7]. Assim definida levaria zona de conforto corresponde a um máximo de cerca de 10% de pessoas insatisfeitas no ambiente, de acordo com o gráfico da figura 2.3.

2.1.5.3. Temperatura Operativa

A Temperatura Operativa é um índice que equivale, no caso da velocidade do ar ser inferior ou igual a 0,1 m/s e a taxa de troca de calor por radiação ser aproximadamente igual à taxa de troca de calor por convecção, à média aritmética entre a temperatura do ar e a temperatura média radiante como mostra a equação 2.

$$t_{op} = \frac{t_a + t_{mr}}{2} \tag{2}$$

onde:

t_{op} – temperatura operativa [ºC]

t_a – temperatura do ar [ºC]

t_{mr} – temperatura média radiante [ºC]

A Norma ASHRAE 55 mostra os valores de temperatura operativa aceitáveis para diferentes médias mensais de temperatura exterior de forma gráfica para fácil aplicação [2]. A figura 2.4. mostra o diagrama sugerido pela norma para edifícios ventilados naturalmente com uma área demarcada que representa a faixa de temperaturas com limites de aceitação de 80 e de 90%.

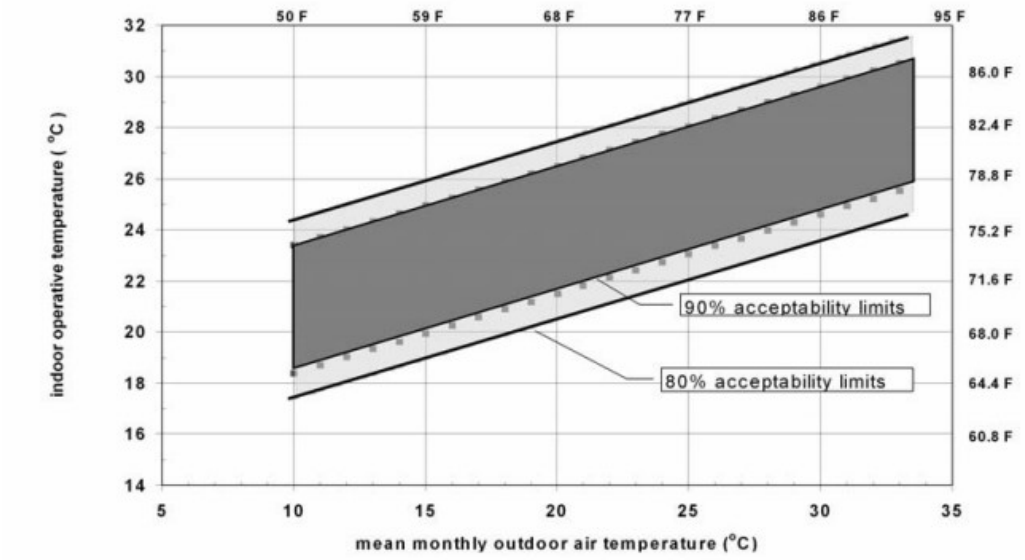


Figura 2.4. – Diagrama da Norma ASHRAE 55 para temperaturas operativas aceitáveis [2]

O diagrama da figura 2.4. serve de base para definir uma temperatura máxima aceitável.

2.1.5.4. GHD – Graus-hora de Desconforto

O GHD é, na realidade, um índice de desconforto, ele avalia apenas casos onde os indivíduos não estão satisfeitos com as condições térmicas do seu entorno e pode ser calculado através do somatório das diferenças positivas entre a temperatura do ambiente e a temperatura de conforto definida para aquele caso. A equação 3 abaixo define o modo de cálculo desse índice.

$$\sum_{h=1}^{72} (t_h - t_V) \tag{3}$$

Onde:

t_h – temperatura interior na hora h [ºC];

t_v – temperatura máxima aceitável [2] para a zona climática de verão em questão [ºC]

Os valores de GHD são reflexo da intensidade de desconforto no ambiente, portanto quanto maior o valor de GHD, mais incômodo térmico as pessoas experimentam naquele cenário e quando GHD igual a zero, quer dizer que essa é uma situação de conforto térmico.

2.2. FENÔMENOS DE TROCAS TÉRMICAS

O calor pode ser transmitido por diversos meios diferentes, dentre eles os de troca seca mais importantes para esse estudo são: condução, convecção e radiação. E também existem as trocas húmidas, onde um dos mecanismos mais importantes é a evaporação.

2.2.1. CONDUÇÃO

A condução é um mecanismo de transferência de calor que acontece quando dois corpos se tocam. Isto é, enquanto esses dois elementos ou mais estiverem em contacto e suas temperaturas sejam diferentes, haverá troca de calor entre eles através da superfície que os une até chegar ao equilíbrio. Contudo, cada material apresenta uma capacidade de transmitir calor individual, esse valor é representado pelo coeficiente de condutibilidade térmica, λ – cujos valores se pode encontrar no ITE 50 [9]. E quanto mais denso o material, maior a condutibilidade térmica, ou seja, maior sua capacidade de transmitir calor.

Essa transmissão de calor apresenta um fluxo, definido pela equação 4, que depende da condutibilidade de cada um dos materiais.

$$q_{cd} = \frac{\lambda.(\Theta_e - \Theta_i)}{e} \tag{4}$$

Onde:

q_{cd} – intensidade do fluxo de calor por condução $[W/m^2]$

λ – condutibilidade térmica do material que constitui a camada $[W/(m.ºC)]$;

Θ_e – temperatura da superfície exterior [ºC];

Θ_i – temperatura da superfície interior [ºC];

e – espessura da camada [m].

2.2.2. CONVECÇÃO

A convecção é uma maneira de transferir calor entre dois corpos, em que um deles seja fluido e o outro sólido. Ela acontece por causa da diferença de densidade entre partes do fluido, as partes mais quentes são menos densas e tendem a subir, dando lugar as partes mais frias que são mais densas e tendem a descer. Dessa forma, quando há um gatilho – ventilação natural ou mecânica – de movimentação do fluido, ele entra em convecção até que haja um equilíbrio ou que a movimentação pare de ser induzida. Por causa dessa movimentação que acontece dentro do fluido, o corpo sólido que está em contato com ele pode ser resfriado ou aquecido de acordo com as temperaturas dos dois corpos. Essa troca de calor do fluido com o corpo sólido por convecção apresenta um fluxo que pode ser calculado através da equação 5.

$$q_c = h_c(t - \Theta) \tag{5}$$

Onde:

q_c – intensidade do fluxo térmico por convecção $[W/m^2]$;

h_c – coeficiente de trocas térmicas por convecção $[W/(m^2.ºC)]$;

t – temperatura do fluido [ºC];

Θ – temperatura da superfície do sólido [ºC].

2.2.3. RADIAÇÃO

A radiação é o transporte de calor através de ondas eletromagnéticas emitidas por qualquer corpo que produza calor ou que armazene energia em forma de calor. Os seres humanos e animais são exemplos de corpos que produzem calor, já que através da agitação das nossas moléculas geramos calor que aquece o nosso corpo e também é emitido em forma de radiação ou pode ser conduzido através do contato com outras superfícies. Os elementos construtivos são exemplos de corpos que armazenam calor e esse calor pode ser transferido para o ambiente e para os corpos nele existentes, através da radiação.

O fluxo de calor transferido por radiação pode ser calculado de acordo com a equação 6.

$$q_r = h_r(\Theta - \Theta_r) \tag{6}$$

Onde:

q_r – intensidade do fluxo térmico por radiação $[W/m^2]$;

h_r – coeficiente de trocas térmicas por radiação $[W/(m^2.ºC)]$;

Θ – temperatura da superfície da parede considerada[ºC];

Θ_r – temperatura radiante relativa às demais superfícies [ºC].

De acordo com o manual de conforto térmico, o coeficiente de trocas térmicas por radiação pode assumir o valor de $h_r = 5$ $[W/m^2]$ para materiais de construção correntes sem brilho metálico ($\varepsilon \approx 0{,}9$) [3].

2.3. GANHOS SOLARES ATRAVÉS DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS

2.3.1. DEFINIÇÃO

Os ganhos solares são a quantidade de energia térmica que o sol consegue transferir para o interior de um compartimento através da envolvente. Nesta tese, o foco é nas transferências de calor através dos vãos envidraçados, portanto o cálculo dos ganhos solares depende da intensidade da radiação solar e da área e fator solar do vão envidraçado, admitindo-se que a envolvente opaca é muito isolada e que por isso os ganhos através dela não são significativos.

2.3.2. CÁLCULO

O cálculo dos ganhos solares pode ser realizado através da equação 7.

$$ganhos\ solares = S * g_T * I \quad (7)$$

Onde:

S – área do envidraçado $[m^2]$;

g_T – fator solar global;

I – intensidade da radiação solar $[W/m^2]$.

A intensidade da radiação solar, nos dias de verão, vai variar de acordo com a hora do dia, a zona climática e a orientação do envidraçado.

2.3.3. FATOR SOLAR

O fator solar global do envidraçado é a proporção entre a parcela de calor proveniente do sol que entra através dele e o total de radiação solar que incide na superfície exterior do envidraçado. Ou seja, a fração de calor que faz todo o caminho até o interior do compartimento. Esse é um valor próprio do vidro que pode ser divulgado pelo fabricante. Caso não seja divulgado pelo fabricante, também pode ser estimado através dos valores da tabela 12 do Despacho 15793-K/2013 de acordo com as características do vidro

[10]. O efeito de eventuais proteções solares deve também ser considerado (tabela 13 do mesmo despacho).

Porém, a nível de cálculo podem ser definidos valores máximos admissíveis – para estação de arrefecimento. Na Portaria nº297/2019, são definidos valores máximos admissíveis de fator solar, tabela 2.3. Para tal, é necessário saber a zona climática, a percentagem de área do envidraçado pela área do pavimento, a orientação do envidraçado e a inércia da construção [1].

Tabela 2.3. - Valores máximos admissíveis de fator solar de acordo com a Portaria 297/2019 [1]

Valores máximos admissíveis de $g_{Tmáx}$

	V1[3]									
A_{env}/A_{pav} [1]	<5 %	≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %		
Inérc/Orient[2]	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	0,40	0,40	0,20	0,20	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Média	0,40	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20
Forte	0,60	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40
	V2[3]									
A_{env}/A_{pav}	<5 %	≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %		
Inérc/Orient	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	0,40	0,40	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Média	0,40	0,40	0,40	0,15	0,40	0,30	0,15	0,40	0,40	0,15
Forte	0,60	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,30
	V3[3]									
A_{env}/A_{pav}	<5 %	≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %		
Inérc/Orient	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	0,40	0,40	0,20	0,10	0,40	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10
Média	0,40	0,40	0,35	0,15	0,40	0,25	0,15	0,40	0,40	0,15
Forte	0,60	0,60	0,35	0,30	0,60	0,35	0,30	0,60	0,40	0,25

[1] Percentagem de área de vãos envidraçados face à área de pavimento do compartimento associado.
[2] Inércia térmica/Orientação solar.
[3] Zonas climáticas de verão.

2.3.4. GEOMETRIA E ORIENTAÇÃO SOLAR

A orientação do compartimento em relação ao sol influencia na intensidade da radiação solar e no período de tempo da incidência solar. Assim como outros fatores, os ganhos solares contribuem para o aumento da temperatura interior do compartimento. Portanto, conclui-se que a escolha da orientação do vão envidraçado vai gerar efeito significativo nos valores de temperatura interior utilizados para avaliar o conforto térmico interior.

Para saber qual orientação é mais adequada para o tipo de construção que se está a projetar, é preciso conhecer a geometria de insolação. Assim consegue-se entender melhor o movimento aparente do sol em relação a Terra – aparente, pois na verdade o sol está parado e a Terra é que se move. A geometria de insolação vai mudar um pouco de acordo com a latitude, mas ela muda drasticamente quando está a comparar hemisférios Norte e Sul. A figura 2.5. mostra a geometria de insolação para o hemisfério Norte na latitude de Portugal para o verão e a figura 2.6. para o inverno.

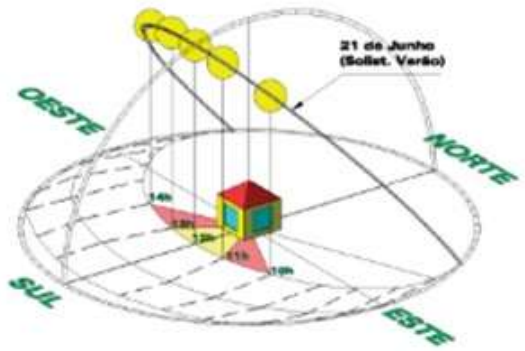


Figura 2.5. – Percurso do sol no verão no hemisfério Norte [11]

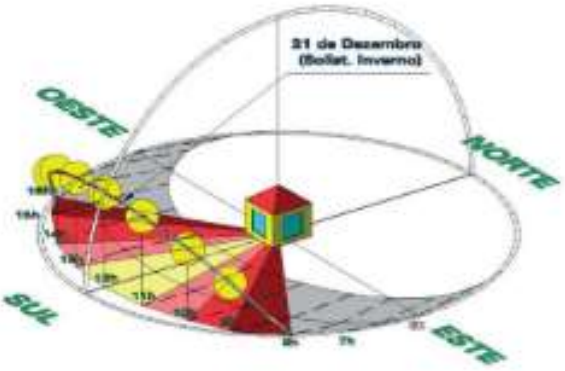


Figura 2.6. – Percurso do sol no inverno no hemisfério Norte [11]

Quando se conhece a geometria solar, pode-se também utilizar de estratégias para aumento dos ganhos solares – quando este é o caso – ou para de mitigação dos ganhos solares. Como nessa tese estamos a analisar a estação de arrefecimento, os maiores problemas são relativos ao sobreaquecimento, portanto as estratégias necessárias estão na categoria de mitigar os ganhos solares. Tais estratégias podem ser de sombreamento, mudança na orientação e/ou diminuição na área do envidraçado e controle dos fatores solares da composição do envidraçado e suas proteções.

2.3.5. Zona Climática

Portugal é dividido em zonas climáticas, tais quais explicitadas no Despacho 15793-F/2013. Para o verão existem 3 zonas climáticas, V1, V2 e V3 [12]. Sendo V1 a que apresenta temperaturas mais amenas, V2 intermediárias e V3 as mais extremas.

2.3.6. Inércia Térmica

A inércia térmica é o fator que define a quantidade de calor armazenado nos elementos da construção e a velocidade em que eles são transferidos para o interior. Quanto mais forte a inércia térmica, maior a quantidade de massa que absorve calor e por consequência, mais tempo ela demora pra transmitir esse calor para o interior. Isso faz com que construções de inércia fraca proporcionem temperaturas interiores mais parecidas com as exteriores e nas mesmas horas de pico. E as construções de inércia forte, temperaturas mais amenas – menos quentes do que o exterior nas horas mais quentes, e menos frias que

o exterior nas horas mais frias – e com o pico de temperaturas um pouco atrasado em relação à hora mais quente do lado de fora.

Tal fator é muito importante ser conhecido para adaptar a sua construção de acordo com as necessidades de utilização. Quando o objetivo é proteger uma habitação de frios extremos ou calor extremo, é importante que a inércia seja forte, porém em atenção com a ventilação do compartimento, já que quanto maior a inércia, mais tempo demora para o compartimento se resfriar, possivelmente sendo necessário a obrigação de uma ventilação mínima para manter o conforto. Já quando está a falar de construções em localidades com temperaturas exteriores consideradas aceitáveis na maior parte do ano e nas horas do dia, então não é necessário uma inércia muito forte.

Também em casos onde as construções possuem sistema de climatização e não são usadas com muita frequência, não sendo de grande importância o consumo energético, mesmo em climas extremos, quanto menor a inércia, mais rápido o ambiente atinge a temperatura desejada. E assim, até se gasta menos energia para promover um conforto térmico adequado do que se a inércia fosse forte e demandasse de muito tempo de climatização ligada para promover o mesmo efeito. Em contraste, se essa construção fosse utilizada com bastante frequência, a fraca inércia iria refletir em altos consumos de energia para manter o conforto térmico, o que tornaria a solução menos eficiente.

A inércia pode ser calculada de acordo com a equação 8 e a partir do valor encontrado, pode ser classificada entre fraca, média e forte de acordo com a tabela 2.4. retirada do Despacho 15793-K/2013.

$$I_t = \frac{\sum_i Ms_i . r . S_i}{A_p} \tag{8}$$

Onde:

Ms_i – Massa superficial útil do elemento i [Kg/m^2];

r – fator de redução da massa superficial útil;

S_i – Área da superfície interior do elemento i [m^2];

A_p – Área interior útil do pavimento [m^2]

Tabela 2.4. – Classes de inércia térmica interior, I_t [12]

Classe de inércia térmica	I_t [kg/m^2]
Fraca	I_t<150
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	I_t> 400

2.4. VENTILAÇÃO

A ventilação é uma estratégia importante não só para o equilíbrio da temperatura como também da humidade e da qualidade do ar. A saúde das pessoas que vivem na moradia é tão importante quanto a sua sensação de conforto. A má qualidade do ar não renovado gera doenças, mas a falta de conforto gerada por temperaturas e humidades altas ou baixas demais também oferecem grande risco à saúde das

pessoas. As construções são feitas para gerar bem estar para quem la vive, portanto esse é um fato rmuito relevante para esse estudo.

Ventilação natural: arrefecimento passivo mais comum e tradicional. A ventilação natural alem de ser mais econômica em termos energéticos, também é a mais direta e que permite devolver melhores níveis de qualidade do ar interior. Mas como ela depende não só da abertura de vãos para troca de ar, orientação dessas aberturas, níveis de infiltração de ar e também das características exteriores como topografia, humidade, temperatura e velocidade do vento, acaba se tornando um pouco complicado e instável para se fiar.

Por isso, quando se opta pela ventilação natural no verão, essa normalmente ocorre no período da noite, ou seja, quando a temperatura exterior é mais baixa do que a interior. Isso se deve pela diferença de pressão, devido ao vento ou pela diferença de temperatura entre o meio interior e o exterior. E como o ar do lado de fora está mais frio, ele entra arrefecendo o interior da moradia.

Portanto, quanto maior for a amplitude térmica da região, mais eficiente é a ventilação noturna, já que as temperaturas exteriores nessas horas são bem mais baixas do que durante o dia. O que faz com que tenha grande poder de arrefecimento e deixe a casa mais arrefecida por mais horas antes de o sol nascer e voltar a aquecer a casa novamente.

Ventilação mecânica: são mais dispendiosas energeticamente e dependem de filtros para a melhora da qualidade do ar e níveis de oxigênio no interior dos edifícios. Porém, suas grandes qualidades são de poder ser controlada e ser estável.

3
METODOLOGIA

3.1. ÂMBITO

Como visto no capítulo 2, para haver conforto térmico dentro de um compartimento é necessário manter o balanço térmico entre as variáveis que dizem respeito ao ambiente e as que dizem respeito ao indivíduo. Para tal, foi realizado um estudo paramétrico com auxílio do programa LESOCOOL, que calcula diversos indicadores térmicos, dentre eles a temperatura interior. E como forma de obter resultados, o programa necessita de valores de ganhos solares e diversos outros dados relativos ao cenário a ser analisado. Tais dados estão descritos mais a seguir neste capítulo com mais detalhes.

Porém, para obter-se os valores de ganho solar, precisa-se dentre suas variáveis, do fator solar. Neste trabalho, foram utilizados os fatores solares máximos admissíveis fornecidos pela Portaria 297/2019, como mostra a tabela 2.3. no capítulo 2. E após gerar as simulações, caso fosse necessário, mais adiante, seriam testados novos valores de fator solar mais baixos.

A variar alguns parâmetros, foram gerados diversos cenários a serem simulados pelo programa. Assim tornou-se possível não só testar os valores do fator solar [1] para cada um dos cenários, como também analisar a influência de cada parâmetro, individualmente, na temperatura interior e consequentemente, no conforto térmico do ambiente interior.

3.2. DESCRIÇÃO DO COMPARTIMENTO

Primeiramente, foram definidas as características e dimensões do espaço a ser estudado. Trata-se de um compartimento, como parte de uma habitação, com quatro paredes perpendiculares entre si e uma delas em posição de alçado a conter um vão envidraçado. Suas dimensões são:

- Largura: 4 m;
- Profundidade: 5 m;
- Altura: 2,8 m.

Na parede oposta ao vão envidraçado, encontra-se uma porta a medir 0,80 m de largura e 2,10 m de altura, logo sua área é de 1,68 m^2.

O vão envidraçado foi considerado com um U=2,5 $W/m^2.ºC$ - a tirar pelo Quadro III.1 do ITE 50 [9] - a considerar dispositivo de oclusão noturna com baixa permeabilidade ao ar e espessura da lâmina de ar de 6 mm.

3.3. PARÂMETROS

Com o intuito de gerar cenários consideravelmente diversos, optou-se por variar os valores assumidos para os seguintes parâmetros: zona climática, orientação solar, inércia térmica, fração de área de envidraçado por área do pavimento e número de renovações horárias do ar. Mesmo a ventilação não sendo um dos parâmetros a ser considerado no quadro da Portaria 297/2019, sua variação foi considerada de grande importância para uma análise mais completa do conforto térmico de Verão [1].

3.3.1. ZONA CLIMÁTICA

Foram consideradas 3 localidades nas análises, uma cidade para cada uma das 3 zonas climáticas de verão:

- V1: Viana do Castelo;
- V2: Viseu;
- V3: Beja.

3.3.2. ORIENTAÇÃO

As orientações foram variadas entre:

- Norte;
- Este;
- Sul;
- Oeste.

A ter em consideração que na Portaria [1] não existem valores de fator solar máximo para a orientação Norte quando a fração de área do envidraçado pela área do pavimento é menor do que 5%, como é possível observar na tabela 2.3., então nesse caso não haverá simulação para tal combinação de parâmetros.

3.3.3. INÉRCIA TÉRMICA

A Inércia térmica, por definição pode ser classificada entre Fraca, Média ou Forte [10], para não elevar demasiadamente a quantidade de simulações foi considerada a princípio apenas as mais extremas. Sendo essas:

- Inércia Fraca;
- Inércia Forte.

Considera-se que a inércia média estará compreendida entre elas, ou seja, conduzirá a resultados que estarão entre o limite inferior e o limite superior. Portanto, os casos mais extremos ficam cobertos pelas simulações, que são normalmente os mais problemáticos e que precisam de maior atenção.

3.3.4. FRAÇÃO ÁREA DO ENVIDRAÇADO/ÁREA DO PAVIMENTO

As frações Aenv/Apav (área do envidraçado por área do pavimento) foram escolhidas de forma a corresponder pelo menos uma a cada um dos intervalos apresentados pela Portaria [1]. Tais intervalos são: <5%; ≥5 e <15%; ≥15 e <25%; ≥25%. Portanto, as percentagens selecionadas para esse parâmetro foram:

- Aenv/Apav=4%;
- Aenv/Apav=10%;
- Aenv/Apav=20%;
- Aenv/Apav=30%.

Como menos de 5% é uma área bastante pequena, optou-se pelo maior número inteiro admissível logo abaixo de 5, o valor de 4%. A partir do valor da área do pavimento igual a 20 m^2, cada uma dessas percentagens levou às seguintes áreas de envidraçados, respectivamente: 0,8 m^2; 2,0 m^2; 4,0 m^2; 6,0 m^2.

3.3.5. VENTILAÇÃO

Para a ventilação foi fixada a estratégia de funcionar quando a temperatura exterior é menor do que a temperatura interior, o que leva uma maior parte de ventilação noturna. E, como o estudo da ventilação não é o foco do trabalho, entre as opções de ventilação mecânica ou natural optou-se pela mecânica, já que dessa maneira torna-se possível garantir um caudal constante. Os valores de renovação horária de ar foram definidos como:

- 1 renovação horária = 56 m^3;
- 4 renovações horárias = 224 m^3.

Com as dimensões do compartimento é possível encontrar o volume do mesmo. A área do pavimento de 20 m^2 multiplicada pela altura de 2,8 m leva a um volume hipotético de 56 m^3 de ar. Assim, 1 renovação horária significa uma total renovação do volume de ar contido no compartimento em 1 hora, enquanto que 4 renovações horárias significa exatamente 4 vezes o valor unitário em 1 hora.

3.4. CENÁRIOS

A tabela 3.1. apresenta todos os cenários a serem simulados provenientes das combinações das variações dos parâmetros citadas anteriormente.

Tabela 3.1. - Cenários a serem simulados e respetivo fator solar

		$g_{Tmáx}$									
		V1									
Inércia Térmica	Aenv/Apav	4%		10%			20%			30%	
	Ventilação/Orientação	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	1 Rph	0,40	0,40	0,20	0,20	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
	4 Rph	0,40	0,40	0,20	0,20	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Forte	1 Rph	0,60	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40
	4 Rph	0,60	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40
		V2									
Inércia Térmica	Aenv/Apav	4%		10%			20%			30%	
	Ventilação/Orientação	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	1 Rph	0,40	0,40	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
	4 Rph	0,40	0,40	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Forte	1 Rph	0,60	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,30
	4 Rph	0,60	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,30
		V3									
Inércia Térmica	Aenv/Apav	4%		10%			20%			30%	
	Ventilação/Orientação	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	1 Rph	0,40	0,40	0,20	0,10	0,40	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10
	4 Rph	0,40	0,40	0,20	0,10	0,40	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10
Forte	1 Rph	0,60	0,60	0,35	0,30	0,60	0,35	0,30	0,60	0,40	0,25
	4 Rph	0,60	0,60	0,35	0,30	0,60	0,35	0,30	0,60	0,40	0,25

Na tabela 3.1. é possível observar todos os 180 cenários a simular e seus respectivos valores de fator solar. Como elucidado anteriormente, os valores de fator solar utilizados foram retirados da Portaria nº297/2019.

3.5. SELEÇÃO DOS DIAS A SIMULAR E RESPETIVOS DADOS CLIMÁTICOS

Para a utilização do software foi preciso identificar os dias mais quentes do ano individualmente para cada uma das 3 zonas climáticas. Os dados apurados foram retirados dos ficheiros climáticos do programa Solterm e analisados no Excel.

Os dados relevantes do SOLTERM para esse trabalho são valores da temperatura exterior e da radiação solar nas 4 orientações escolhidas. Como ele entrega esses valores referentes a todas as horas de todos os dias do ano, foi preciso optar por um critério de avaliação para ser possível escolher os 3 dias dias mais quentes do verão para cada zona climática. Com o auxílio do Microsoft Excel, os dados foram filtrados da forma explicada a seguir.

Primeiro foram identificados os dias com as maiores temperaturas do ano em cada localidade. Como não existia apenas um para cada zona climática, foi preciso identificar os maiores da seguinte forma: foram retiradas temperaturas dos 2 dias anteriores e 2 dias subsequentes a cada um destes, foi feita então a soma das temperaturas de todas as horas dos primeiros 3 dias e comparadas com a soma dos 3 dias intermediários e dos últimos 3 dias desse intervalo de 5 dias. E então, para cada zona, resultou em uma escolha dos 3 dias consecutivos com a maior soma de temperaturas.

Em Viana do Castelo esses 3 dias foram: 20, 21 e 22 de Julho. Em Viseu, foram: 11, 12 e 13 de Agosto. E em Beja, foram: 22, 23 e 24 de Agosto. Abaixo, apresenta-se a figura 3.1. com as temperaturas exteriores captadas nesses dias para comparação.

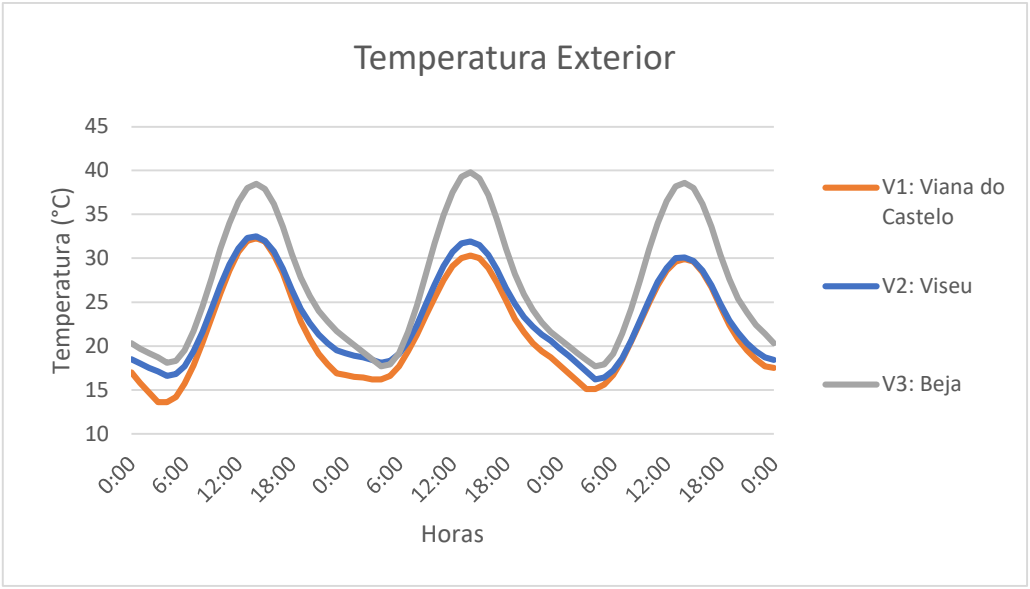


Figura 3.1. – Temperatura Exterior para os 3 dias mais quentes do ano em cada uma das 3 zonas climáticas

Enquanto que facilmente percebe-se maior amplitude e temperaturas mais elevadas em Beja, como esperado por ser V3, a diferença entre as temperaturas exteriores em Viseu e em Viana do Castelo já não é tão considerável, porém ainda um pouco mais perceptível nas zonas das baixas temperaturas. E como esse estudo analisa os dias de verão e o incômodo relativo às suas altas temperaturas, não seria de se esperar resultados muito diferentes para o V2 e V3 relativamente as altas temperaturas. Porém - não desprezando a influência da radiação solar - reside justamente nesse facto a curiosidade do quanto o fator solar irá influenciar nesses resultados, já que os valores de fator solar utilizados para o estudo foram baseados nos máximos admissíveis e tais valores diferem para cada zona climática.

Com os dados de temperatura exterior e radiação solar para os 3 dias mais quentes em cada zona climática, foi então calculado os valores de ganhos solares através da equação 7 apresentada no capítulo 2. Resumidamente, os ganhos solares foram obtidos multiplicando os valores da área do envidraçado pela intensidade da radiação solar e pelo fator solar respectivo de cada cenário. Juntou-se assim esses ganhos solares obtidos com todos os outros dados já definidos para cada cenário e foram então realizadas as simulações no software LESOCOOL e determinados os resultados de temperatura interior.

Com esses resultados, foram gerados gráficos no excel à primeira instância individualmente, e depois de maneira a serem comparativos. Para avaliar o efeito de um dos parâmetros como a orientação, foram mantidos todos os outros parâmetros intactos e apenas alterada a orientação, por exemplo de Norte para Este. Foram também analisados os cenários quanto ao conforto térmico a utilizar o critério de graus-hora de desconforto.

Normalmente, o conceito de graus-hora de desconforto é utilizado para um período mais alargado, o verão inteiro e calculado a partir da temperatura de conforto definida como 25 ºC por ser um valor sugerido pelo regulamento [6]. Entretanto, utilizou-se o mesmo conceito como base da avaliação, porém aliado aos critérios de aceitação da Norma ASHRAE 55, seu gráfico está representado na figura 2.4. no capítulo 2.

Dessa maneira, foram então analisados caso os valores de temperatura interior gerados para cada cenário estavam dentro do limite de 90% de aceitação desta norma. Esta norma fornece um limite inferior e um superior, mas como esta tese está a avaliar sobreaquecimento, o superior é o mais relevante para esse

estudo. Foi tido em atenção que para cada uma das 3 zonas climáticas foi definido um valor máximo aceitável independente, já que para cada zona foram escolhidos dias diferentes do ano e com valores de temperatura exterior distintas, consequentemente valores de temperatura média mensal diferentes. E como a Norma ASHRAE 55 sugere valores de temperatura interior aceitável baseado na temperatura exterior média mensal, logo cada zona climática resultou em um valor de temperatura interior diferente [2].

O gráfico utilizado [2] define os limites através dos valores de temperatura operativa, porém no capítulo de resultados, os valores analisados serão os da temperatura do ar. Isso foi aplicado devido ao facto de que depois de analisadas as diferenças entre a temperatura das paredes e a temperatura do ar de diversos casos, assumiu-se por simplificação que a temperatura operativa poderia estar representada pela temperatura do ar na aplição deste gráfico.

A temperatura operativa, como definido no capítulo 2, é a média aritmética entre a temperatura do ar e a temperatura média radiante, que por sua vez é uma média ponderada entre todas os elementos que emitem calor por radiação. No caso do compartimento analisado, as paredes são esses elementos e as temperaturas das paredes calculadas pelo software Lesocool estão, na maior parte dos casos, mais baixas que as temperaturas do ar principalmente nas horas mais quentes do dia. Com isso, pode-se concluir, que a temperatura média radiante toma valores próximos da temperatura do ar ou mais baixos. Logo a temperatura operativa seria igual ou mais baixa que a temperatura do ar, por isso é seguro assumir que ao considerar a temperatura do ar como a temperatura operativa nesse gráfico da figura 2.4. é estar do lado mais desfavorável.

Para cada uma das 3 localidades escolhidas será obtida uma faixa de temperatura do ar aceitável de acordo com a sua média mensal de temperaturas exteriores. Aqui os valores foram utilizados em graus Celsius. A basear-se nos dados climáticos disponíveis, a média mensal da temperatura exterior, no verão, para cada localidade estudada em cada zona climática foi de: 19ºC para V1, 21ºC para V2 e 25ºC para V3. Com esses valores, obtivemos as faixas aceitáveis de temperaturas operativas para cada zona demonstradas por retângulos em amarelo nas figuras 3.2., 3.3. e 3.4. abaixo.

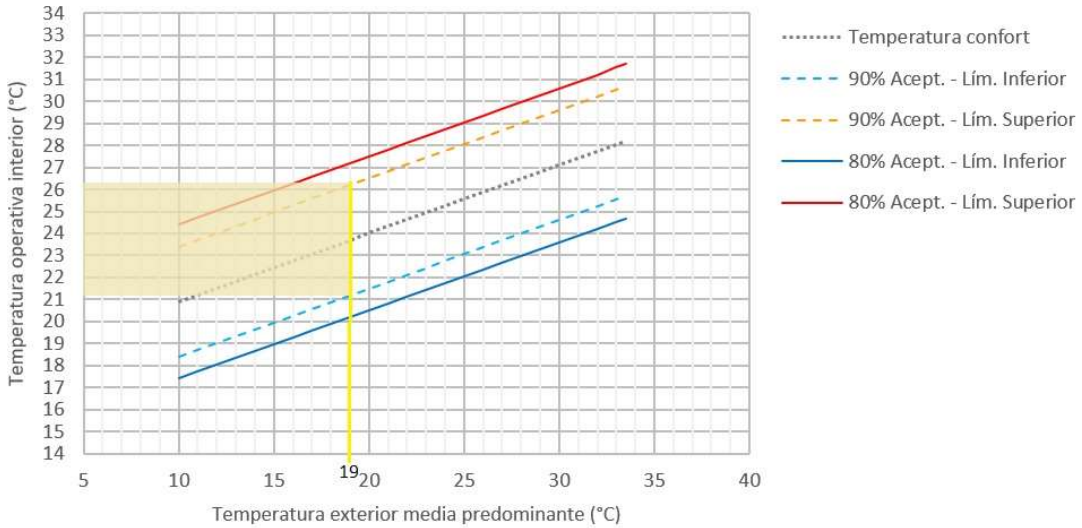


Figura 3.2. – Faixas de temperaturas operativas aceitáveis para V1 pela Norma ASHRAE 55 [2]

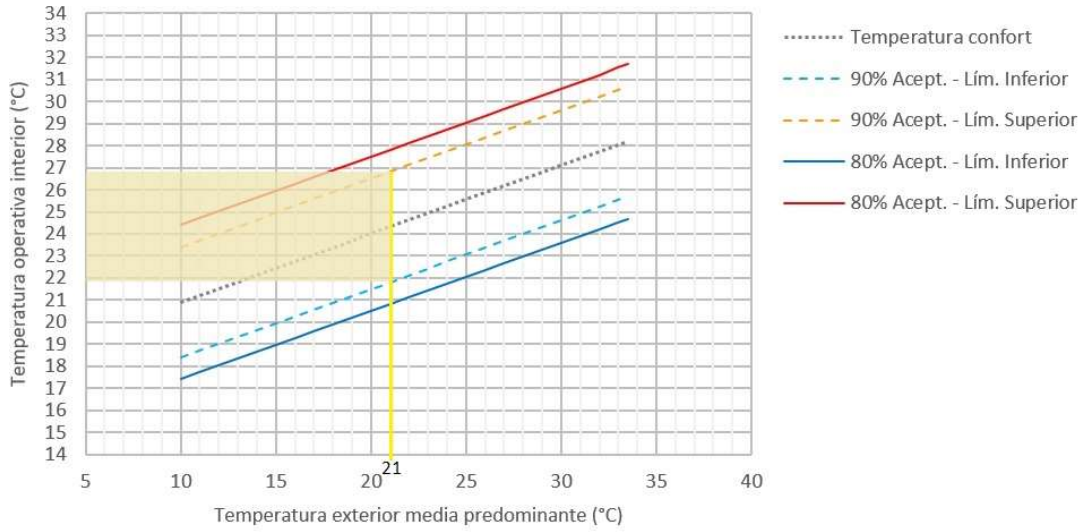


Figura 3.3. – Faixas de temperaturas operativas aceitáveis para V2 pela Norma ASHRAE 55 [2]

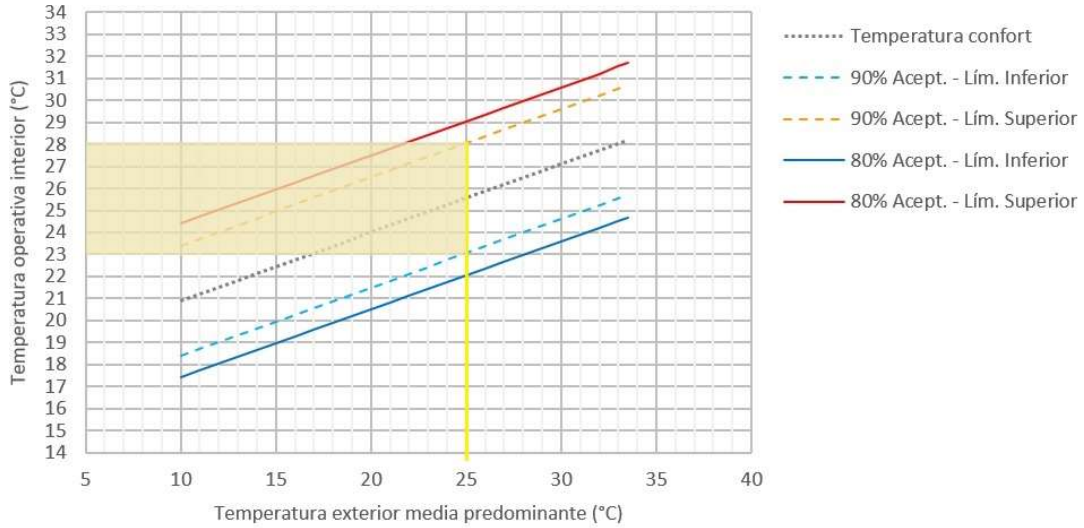


Figura 3.4. – Faixas de temperaturas operativas aceitáveis para V3 pela Norma ASHRAE 55 [2]

Nas figuras 3.2., 3.3. e 3.4. acima, as temperaturas interiores operativas aceitáveis de acordo com a norma citada foram de: cerca de 26 ºC para V1, cerca de 27 ºC para V2 e cerca de 28 ºC para V3.

Como uma forma de verificação, foi consultado o Despacho n.º 15793-F/2013 e de acordo com a tabela 05 [12] os valores de temperatura exterior para cada uma das localidades escolhidas são: 20,5 ºC para Viana do Castelo na Região de Minho-Lima, 21,2 ºC para Viseu na Região de Dão-Lafões e 24,7 ºC para Beja na Região de Baixo Alentejo. As regiões de cada localidade estão definidas no despacho [12]. Como forma de referência, essas temperaturas são bastante semelhantes das definidas anteriormente. A do V1 que se encontra mais diferente entre elas, se escolhido o valor de 20,5 ºC no lugar de 19 ºC geraria temperaturas interiores aceitáveis mais altas ainda do que 26 ºC, portanto como estamos a falar de uma

zona mais amena, V1, nesse trabalho não se considerou prudente alterar a temperatura máxima aceitável interior e manter à 26 ºC para essa zona.

Após a definição das temperaturas operativas aceitáveis, calculou-se quantos graus no total eram ultrapassados do limite estabelecido para cada zona nos resultados de cada simulação. E a esse valor foi atribuído nesse trabalho o nome de graus-hora de desconforto. Os cenários avaliados a priori, foram com os valores das temperaturas e da radiação solar dos 3 dias mais quentes do verão de cada zona. Em anexo estão as tabelas com os valores de GHD para todos os cenários calculados.

A amostra de 72 h selecionada para o software gerar os cálculos representa os 3 dias com as temperaturas mais altas. Isto é, os 3 dias consecutivos em que se obteve a maior soma das temperaturas exteriores para todas as 72 horas. Contudo, essa amostra avalia apenas para o caso mais extremo. E portanto, os resultados apenas corresponderiam a uma situação que acontece cerca de 2 a 3 vezes ao ano. Serve esta verificação para avaliar as condições de desconforto mais extremo.

Com o intuito de tornar possível o estabelecimento de exigências, foi então definido um período de 72 h típico fictício baseado em dados reais que apresentam maior ocorrência. Para tal, foi realizado um estudo mais aprofundado e selecionou-se então, independentemente, os 3 dias consecutivos que apresentavam valores de temperatura e valores de radiação com uma probabilidade de ocorrência de cerca de 50%. O que quer dizer que os dados desses dias eram mais altos do que pelo menos metade dos valores da amostra do verão todo.

Assim, para todos os casos em que os valores de temperatura interior dos 3 dias mais quentes ultrapassavam o limite [2], foi feita a mesma análise para os 3 dias típicos. Caso esses resultados fossem abaixo do limite aceitável, então quer dizer que o valor de fator solar considerado está aceitável para essas configurações de cenário. Caso continuasse a ultrapassar o valor limite, então era testado um fator solar um pouco menor para as mesmas configurações e conferido novamente se os valores de temperatura interior davam menores que o limite. E assim sucessivamente, até obter-se um valor de fator solar que fornecesse graus-hora de desconforto de aquecimento igual a zero, para os dias típicos..

Portanto, esses fatores solares que geraram graus-hora de desconforto de aquecimento igual a zero, foram então os valores considerados como mais adequados para aquela situação.

3.6. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE - LESOCOOL

O software escolhido para as simulações térmicas foi o LESOCOOL. De fácil manuseamento e muito prática interface, esse software entrega simplesmente o que é preciso sem demandar muito trabalho além do necessário para o utilizador.

Divide-se apenas em 4 secções extremamente elementares: Ventilação; Tempo; Zona e Dados climáticos. Além dessas 4 secções, tem as opções de salvar, abrir arquivo, ou novo arquivo em branco, e principalmente o botão “GO” onde se clica quando se quer gerar os resultados da simulação. A seguir encontra-se na figura 3.5. a interface do programa e marcado com retângulos azuis estão as 4 secções principais.

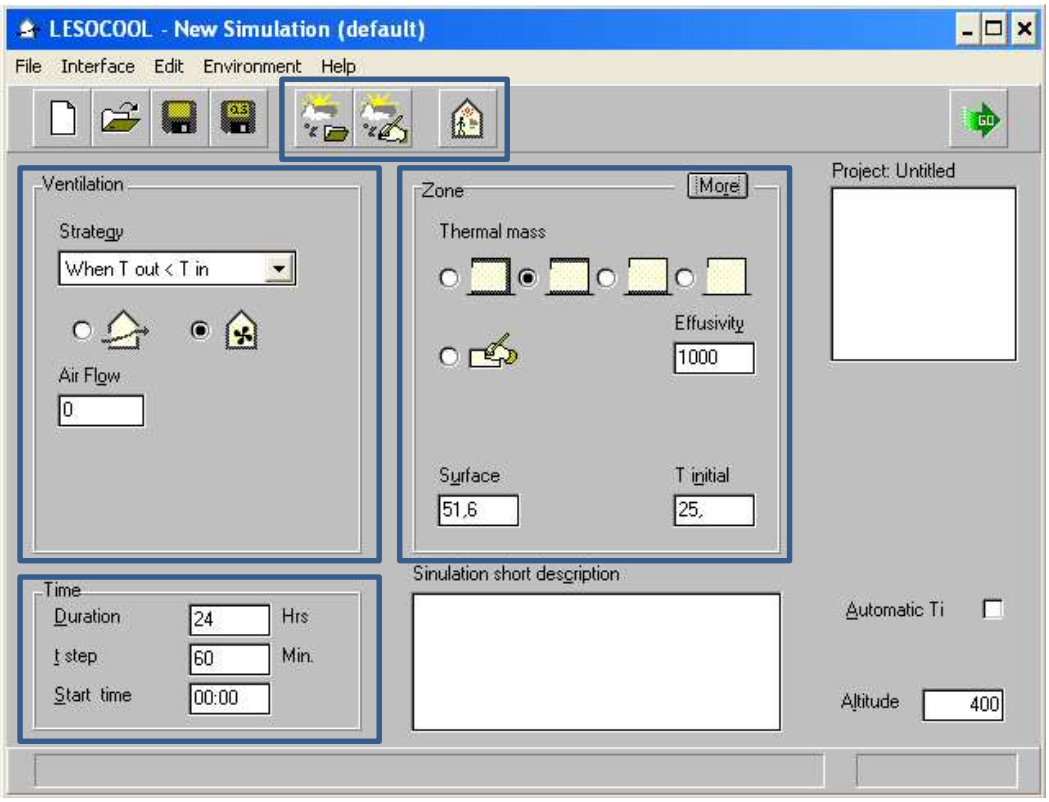


Figura 3.5. – Interface do programa LESOCOOL e suas zonas principais

3.6.1. VENTILAÇÃO

Na secção de ventilação primeiramente escolhe-se a estratégia de ventilação entre as opções da figura 3.6. abaixo:

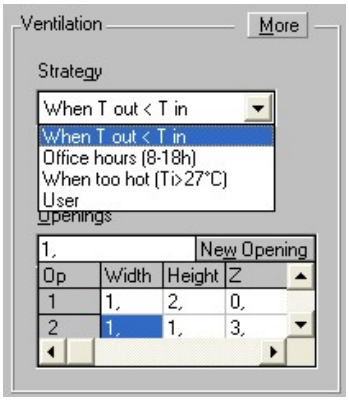


Figura 3.6. – Estratégias de ventilação do software LESOCOOL

Estão disponíveis as opções de se ventilar quando a temperatura exterior é menor do que a interior; nos horários de trabalho entre 8 h e 18 h; quando está muito quente, ou seja, quando a temperatura interior está acima de 27 ºC ou tem uma quarta opção em que podem ser definidos manualmente os caudais de renovação do ar de hora a hora. Caso escolhida essa última opção, abre-se uma nova janela onde são

colocados os dados manualmente hora a hora. Os valores vêm pré-definidos como 100%, mas estão disponíveis para serem alterados como mostra a figura 3.7.

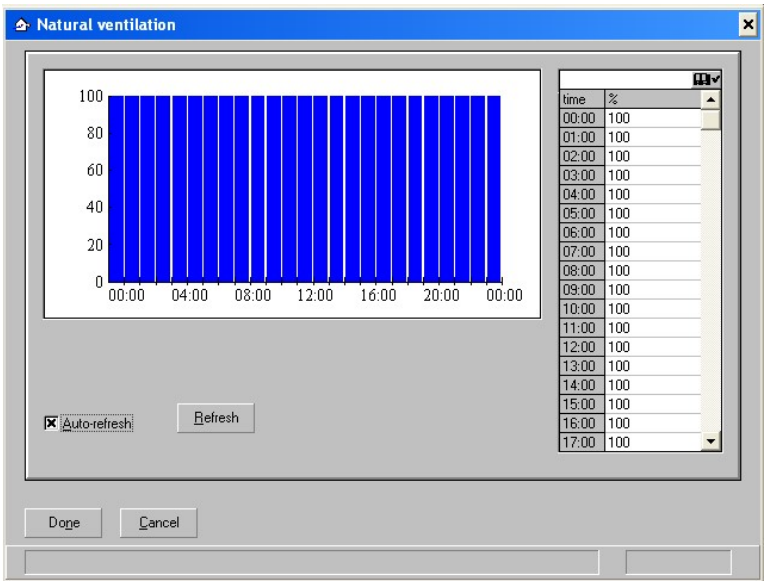


Figura 3.7. – Janela de dados de ventilação hora a hora definidos manualmente do software LESOCOOL

No caso desse trabalho foi escolhido a opção de ventilar o compartimento quando a temperatura exterior é menor do que a temperatura interior.

Logo após, seleciona a forma de ventilação se é natural ou mecânica. Como mostra a figura 3.8. abaixo em forma de duas casinhas, a da esquerda que representa a ventilação natural com uma seta a atravessar o desenho da casa e a da direita que representa a ventilação mecânica com um desenho de um ventilador dentro da casa:

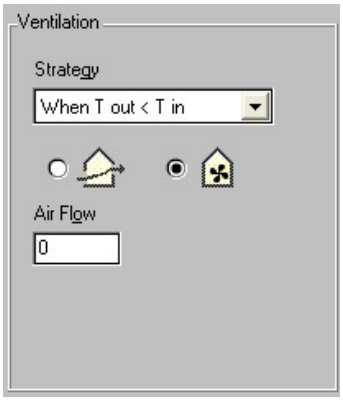


Figura 3.8. – Área de definições de ventilação do software LESOCOOL

Nesse estudo foi escolhido a mecânica. E quando é selecionada essa caixinha, abaixo aparece a opção de se introduzir manualmente o caudal de ar em m^3/h. Para este trabalho, como o volume do compartimento é de 56 m^3, para as simulações dos cenários de 1 renovação horária de ar, essa caixinha

foi preenchida com o valor de 56 e para os de 4 renovações horárias, o valor de 224. Aqui não é preciso preencher a unidade, apenas os valores numéricos e ele já considera na unidade de m^3/h. Caso fosse preciso fazer simulações para outras renovações, era simplesmente trocar o valor da caixinha para o fluxo de ar desejado.

3.6.2. TEMPO

Para a parte do tempo, como mostra a figura 3.9., define-se apenas 3 dados: duração da simulação(h); a frequência dos dados(min) e a hora de início.

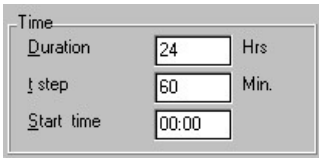


Figura 3.9. – Área de definições de tempo do software LESOCOOL

O software não é muito indicado para simulações muito mais longas do que 24 h. Entretanto se fosse escolhido um período de apenas 24 h os resultados seriam demasiado influenciados pelas condições iniciais, por isso, e tal como recomendado pelo programa, foi escolhida uma duração de 72 h. A frequência dos dados pode ser de a cada 15, 30 ou 60 minutos, para esse estudo foi escolhido 60, já que os dados retirados dos ficheiros climáticos do programa SOLTERM seguem essa frequência. E também foi escolhido começar na primeira hora do dia.

3.6.3. ZONA

Nessa secção informa-se a Inércia térmica, a geometria do compartimento, as informações do envidraçado e a temperatura interior inicial. Na primeira parte, como mostra a figura 3.10. abaixo, aparecem 4 pequenos esquemas que representam a massa térmica, da esquerda para a direita a maior inércia até a menor. Assim sendo, na ordem da esquerda para a direita, a primeira gera um valor de 1500 no quadrinho escrito “effusivity”; a segunda, um valor de 1000; a terceira, de 500 e a quarta, de 200.

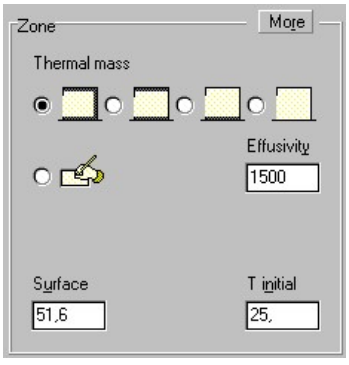


Figura 3.10. – Área de definições de zona do software LESOCOOL

Também existe a possibilidade de inserir um valor de inércia térmica manualmente, seria só selecionar a opção que tem um desenho de mão a escrever em um papel e preencher o valor desejado, assim como apresentado na figura 3.11.

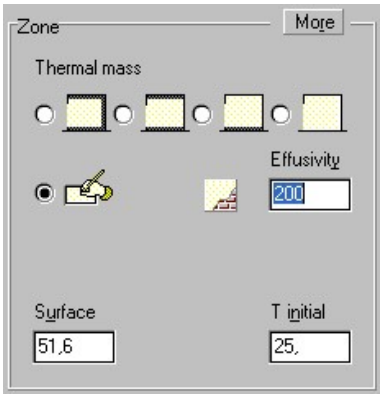


Figura 3.11. – Área de definições de inércia manualmente do software LESOCOOL

Em seguida, ao clicar na opção "more" da figura 3.11. acima, abre-se uma janela para preencher os dados relativos a geometria do compartimento e do envidraçado como mostra a figura 3.12. abaixo.

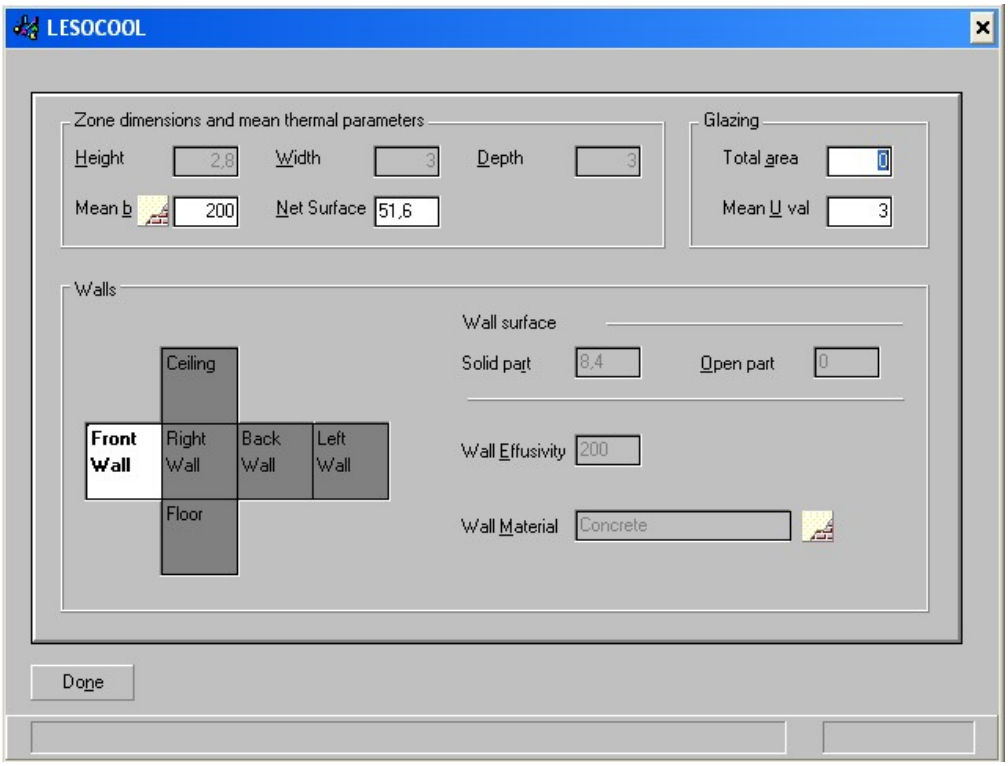


Figura 3.12. – Área de definições de geometria do compartimento e do envidraçado do software LESOCOOL

Na zona mais acima à esquerda preenche-se com os dados de altura, largura e profundidade do compartimento. Abaixo já irá aparecer os valores de inércia selecionado anteriormente e a área da superfície calculada pelo software.

À direita dessa parte, onde diz "glazing" coloca-se a área do envidraçado e o valor do coeficiente de transmissão térmica, U, definido para esse envidraçado.

Abaixo, na secção "walls", define-se em qual das paredes será localizado o envidraçado e qualquer outra abertura possível. No caso desse trabalho foi definido que os envidraçados ficariam na parede frontal e o valor – que variou entre 0,8 m^2 a 6 m^2 – foi preenchido à direita no quadrinho "open part" da secção "wall surface". E também nesse trabalho na parede traseira foi definido que teria uma porta de 1,68 m^2. E esses seriam então todos os vãos definidos para essas simulações.

O campo onde se define o material pode ser utilizado quando se quer deixar que o programa calcule a inércia da construção. Porém quando o valor de inércia térmica já é informado anteriormente, esse dado do material é automaticamente desconsiderado pelo programa. Ainda em relação à envolvente opaca, dado que o programa está pensado para avaliar um ciclo diário e primordialmente o risco de sobreaquecimento devido aos ganhos de calor e o potencial de arrefecimento através da ventilação, as trocas de calor através da envolvente opaca do compartimento não são consideradas o que equivale a considerar paredes altamente isoladas.

A temperatura interior inicial a princípio foi definida para as simulações como 25 ºC, porém ao aprofundar o estudo, foi percebida a necessidade de recorrer à opção do software de utilizar a temperatura interior inicial automática calculada pelo mesmo. É possível observar essa opção na parte inferior direita da figura 3.13. Em alguns casos, o programa não foi capaz de calcular as temperaturas interiores quando selecionada a opção de temperatura interior inicial automática. Entretanto, já que o cálculo é feito de forma iterativa a basear-se no equilíbrio entre ganhos solares e perdas térmicas por ventilação, quando não era possível obter um resultado era prosseguido então para a próxima tentativa de valor de fator solar que iria gerar novos ganhos solares e assim proporcionar uma nova possibilidade de obter tal equilíbrio necessário para o cálculo.

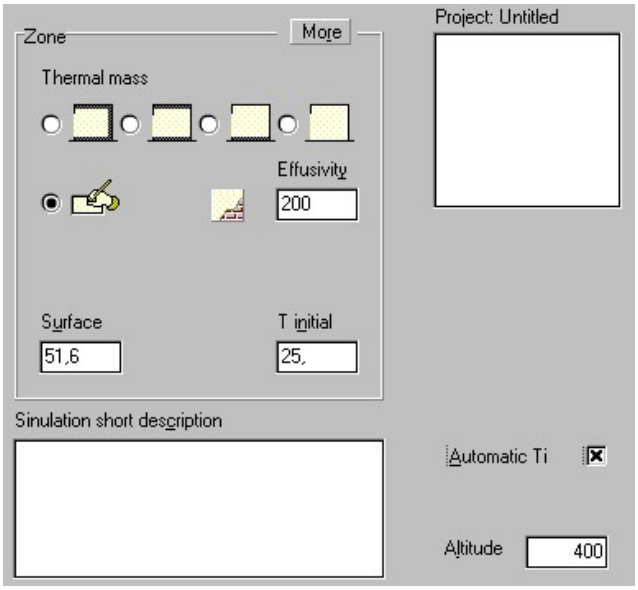


Figura 3.13. –Temperatura interior automática do software LESOCOOL

Como mostra na figura 3.13. acima, ao lado dessa secção também é possível alterar a altitude da localidade que se está a simular. É simplesmente preencher a caixinha branca no canto inferior direito com o valor desejado da altitude em metros.

3.6.4. DADOS CLIMÁTICOS

Acima dessas zonas demarcadas, como mostra a figura 3.14., também existem outras opções de inserção de dados para realizar simulações que podem ser chamadas de Dados Climáticos. Pois ali é onde se informam os valores de temperatura exterior e ganhos solares.



Figura 3.14. –Secção de dados climáticos do software LESOCOOL

Nessa secção encontram-se 3 botões. Os dois da esquerda da figura 3.14. acima são relativos à temperatura exterior. Entre eles, o que está mais à esquerda é onde se importa dados de um ficheiro específico e o outro para inserir os dados manualmente hora a hora para toda a duração da simulação. Ao selecionar a segunda opção, abre-se uma janela como mostra a figura 3.15. abaixo.

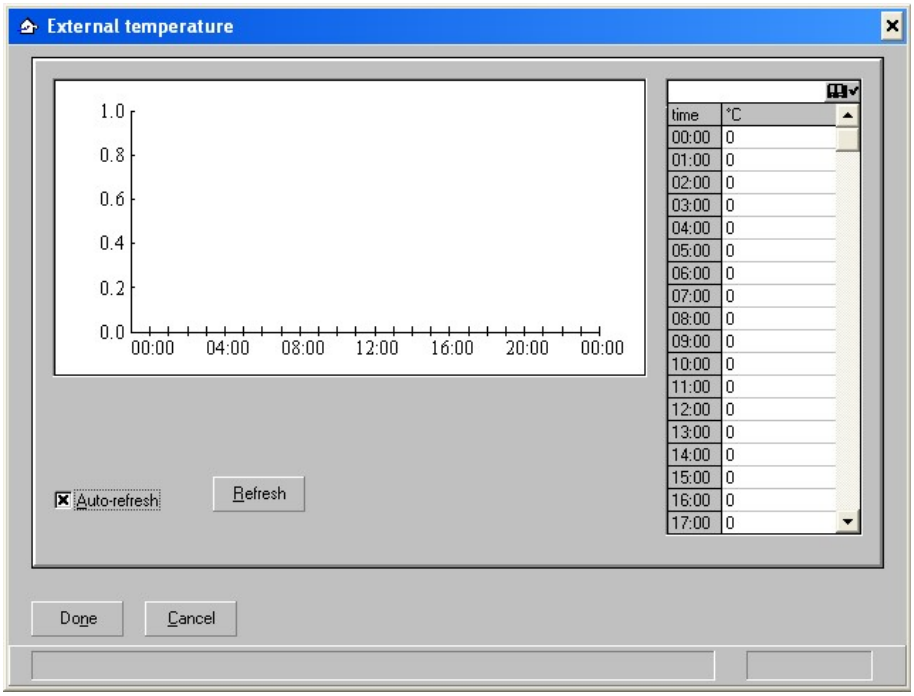


Figura 3.15. –Secção de temperaturas exteriores do software LESOCOOL

Conforme os valores forem sendo inseridos no quadro à direita da figura 3.15. anterior, um gráfico de barras vai se formando à esquerda e a escala vai se ajustando conforme necessidade. Na figura 3.16. abaixo, apresenta-se um exemplo com os valores de uma das simulações.

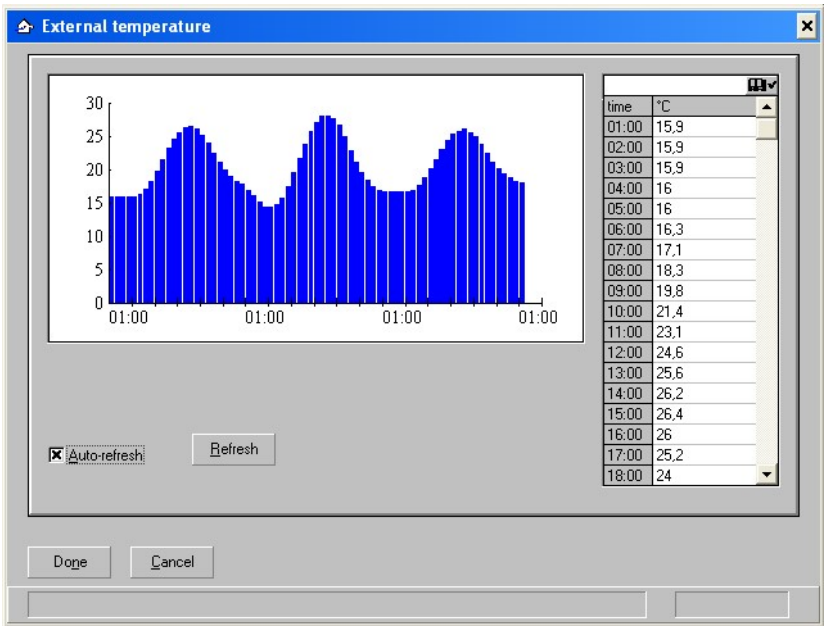


Figura 3.16. –Secção de temperaturas exteriores preenchida do software LESOCOOL

O botão mais à direita da figura 3.14 anterior é o relativo aos ganhos solares. Ao clicar nele, abre-se uma janela que possibilita a inserção dos dados manualmente hora a hora de ganhos solares em watts, como mostra a figura 3.17. abaixo.

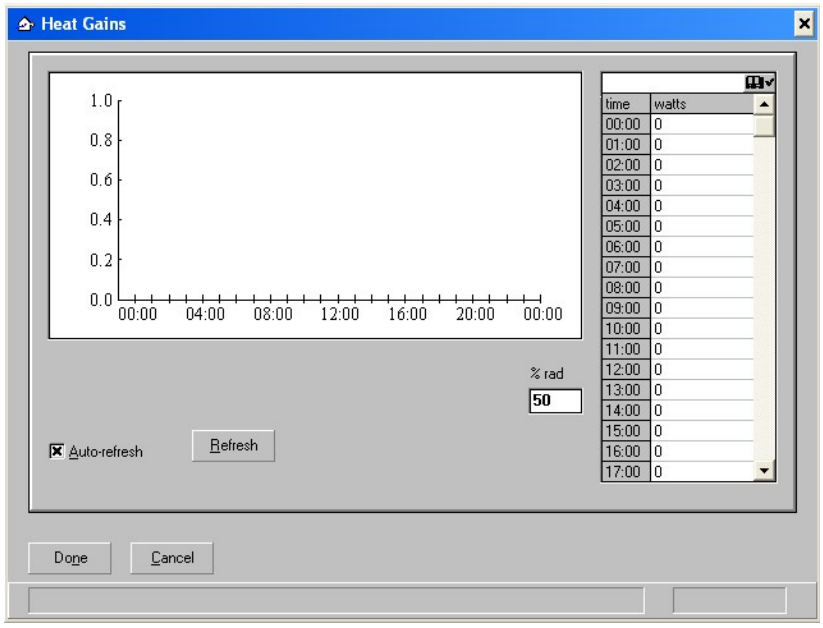


Figura 3.17. –Secção de ganhos solares do software LESOCOOL

Conforme os valores forem sendo inseridos no quadro à direita da figura 3.17. anterior, um gráfico de barras forma-se à esquerda – isso se a opção de "auto-refresh" estiver selecionada, caso não esteja, pode ou escolher selecionar ou então, cada vez que quiser que o gráfico se atualize, basta carregar o botão de "refresh" - e a escala ajusta-se conforme necessidade. Na figura 3.18. abaixo, encontra-se um exemplo com valores de uma das simulações realizadas no trabalho.

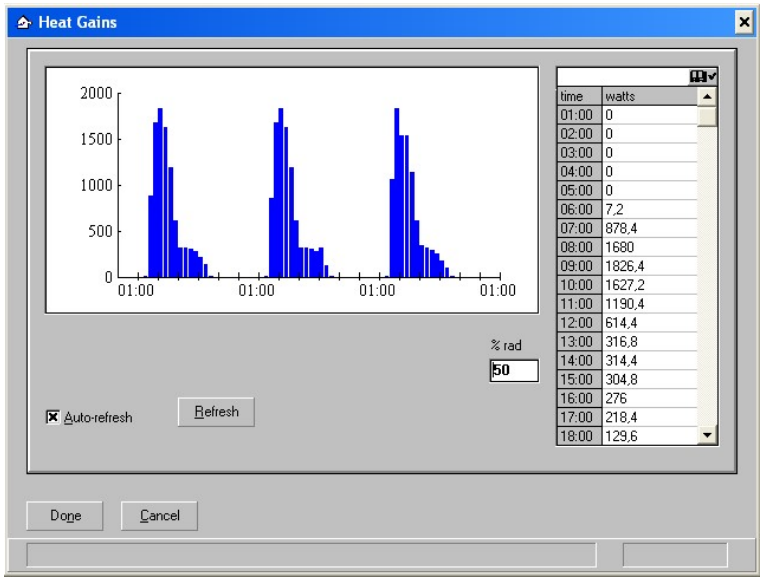


Figura 3.18. –Secção de ganhos solares preenchida do software LESOCOOL

3.6.5. EFETUAR SIMULAÇÃO

Após todas as definições, é chegada a hora de gerar os resultados. Para isso, clica-se no botão onde se diz "GO" no canto superior direito como mostra a figura 3.19. abaixo.

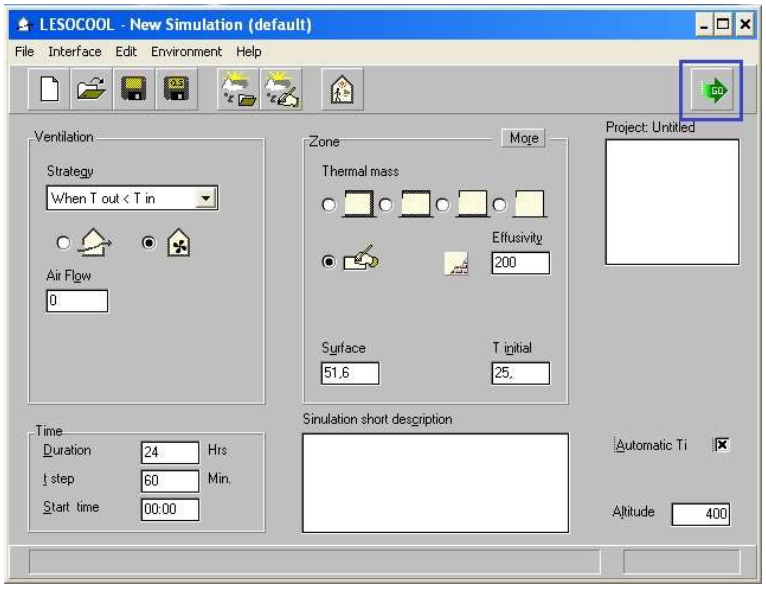


Figura 3.19. – Botão "GO" do software LESOCOOL

Ao clicar em GO, abre-se uma nova janela onde são apresentados os resultados de temperatura interior em forma de gráfico e de tabela, como mostra a figura 3.20. abaixo.

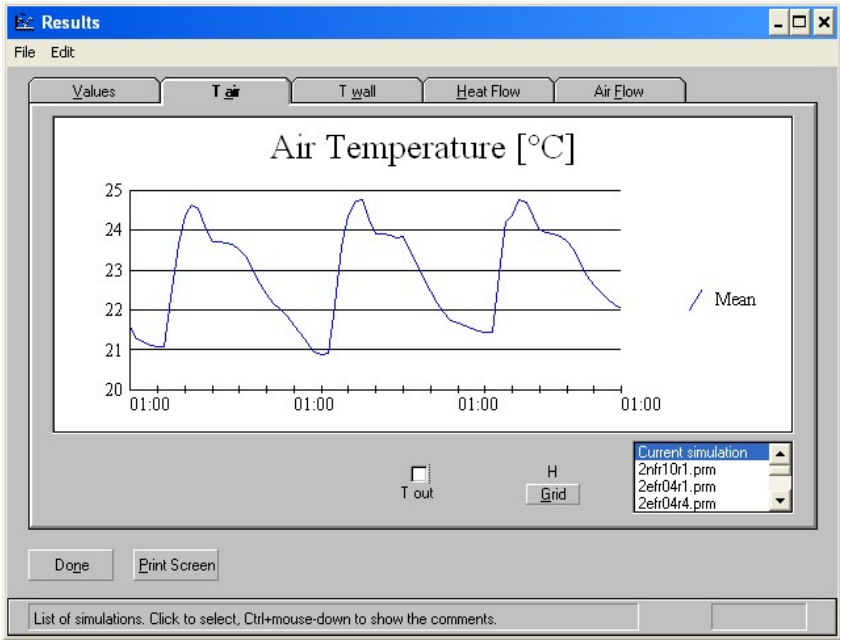


Figura 3.20. – Resultados de temperatura interior em forma de gráfico do software LESOCOOL

Na mesma figura onde se mostra os resultados em forma de gráfico do software, também pode ser selecionada a opção de mostrar os dados de temperatura exterior inseridos como mostra na figura 3.21. a seguir.

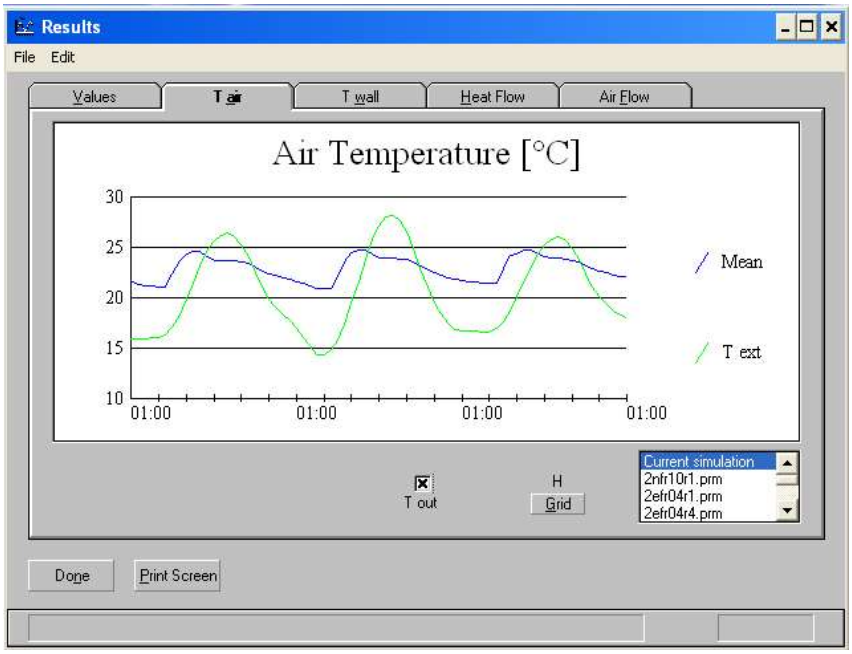
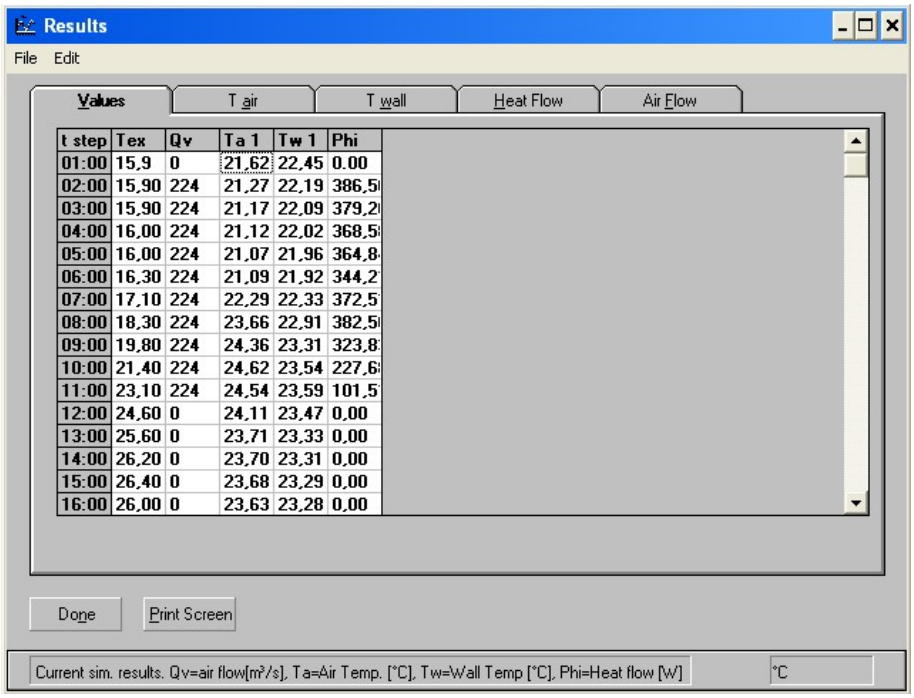


Figura 3.21. – Resultados de temperatura interior e exterior em forma de gráfico do software LESOCOOL

Além dessa opção de visualização, também podem ser selecionadas para aparecer conjuntamente no gráfico outras simulações - no quadro de fundo branco no canto inferior direito – como forma de analise comparativa visual. Assim, todas as simulações desejadas serão mostradas no mesmo gráfico, com cores diferentes e legenda à direita do mesmo.

Ao escolher a aba "values" no canto superior esquerdo, são informados então os valores em forma de tabela como na figura 3.22. abaixo. Neste trabalho, os que vão ser utilizados dentre eles são: temperatura exterior (Tex), caudal de ventilação (Qv) e temperatura interior (Ta 1). E para além desses, também é possível saber os valoers da temperatura da parede (Tw 1) e o fluxo de calor (Phi).



t step	Tex	Qv	Ta 1	Tw 1	Phi
01:00	15,9	0	21,62	22,45	0,00
02:00	15,90	224	21,27	22,19	386,5
03:00	15,90	224	21,17	22,09	379,2
04:00	16,00	224	21,12	22,02	368,5
05:00	16,00	224	21,07	21,96	364,8
06:00	16,30	224	21,09	21,92	344,2
07:00	17,10	224	22,29	22,33	372,5
08:00	18,30	224	23,66	22,91	382,5
09:00	19,80	224	24,36	23,31	323,8
10:00	21,40	224	24,62	23,54	227,6
11:00	23,10	224	24,54	23,59	101,5
12:00	24,60	0	24,11	23,47	0,00
13:00	25,60	0	23,71	23,33	0,00
14:00	26,20	0	23,70	23,31	0,00
15:00	26,40	0	23,68	23,29	0,00
16:00	26,00	0	23,63	23,28	0,00

Figura 3.22. – Resultados em forma de tabela do software LESOCOOL

Dessa forma, os valores de temperatura interior gerados podem ser recolhidos do software Lesocool e passados para o Excel para serem analisados.

4

SIMULAÇÕES - ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. ÂMBITO

Nesse capítulo serão apresentados os resultados obtidos nas simulações dos cenários definidos anteriormente. O software utilizado foi o LESOCOOL que é uma ferramenta muito simples, mas realiza todos os cálculos necessários para a avaliação que é proposta por esse trabalho. Tal ferramenta foi apresentada no capítulo 3 mais detalhadamente.

Primeiramente os resultados serão divididos em categorias relacionadas aos parâmetros que estão a ser avaliados. E nessa parte será observada a influência que tal parâmetro exerce sobre o conforto térmico interior. Após essa parte, serão então utilizados critérios para avaliar se cada um dos cenários e seus respectivos fatores solares máximos propostos pela Portaria nº 297/2019 correspondem ao que se definiu anteriormente como conforto térmico. Por último então serão mostrados os fatores solares que foram aproveitados e os que foram alterados para a obtenção do conforto térmico no compartimento em análise.

4.2. RESULTADOS DO ESTUDO PARAMÉTRICO

Neste subcapítulo apresentam-se os resultados relevantes das simulações em que se foi alterando apenas um dos parâmetros e mantendo os outros como forma de melhor avaliar o quanto cada parâmetro interfere nos resultados de temperatura interior das simulações.

A priori, quando utilizados os valores de fator solar máximo admissível [1] para todos os casos, não seria possível comparar o efeito dos parâmetros de maneira isolada, já que muitas vezes o fator solar seria alterado junto com a mudança dos parâmetros. Porém, como forma de análise individual de cada um desses parâmetros foi escolhido manter o mesmo valor de fator solar, de forma a este não alterar em nada as comparações. Por fim, há uma breve apresentação do efeito da mudança do fator solar nos resultados de temperatura interior.

4.2.1. ZONA CLIMÁTICA

Para analisar o efeito da mudança da zona climática nos resultados de temperatura interior, foram escolhidos cenários com todos os parâmetros iguais e apenas as zonas a se alterar, como mostra a figura 4.1, e assim ficar mais fácil a percepção.

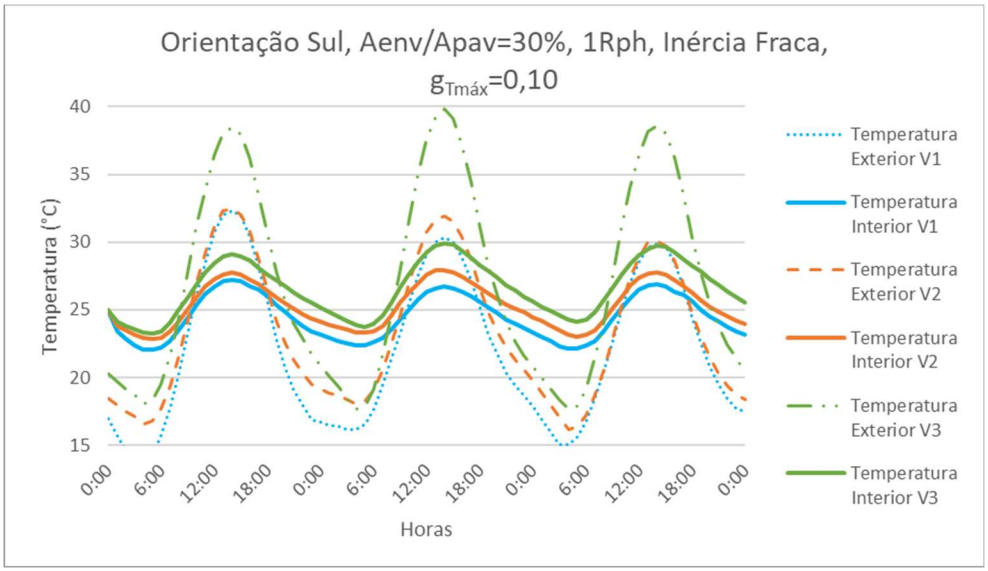


Figura 4.1. – Temperaturas Interiores e Exteriores para comparação entre zonas climáticas

Como esperado, as temperaturas interiores em V3 são mais acentuadas que nas outras zonas, a chegar perto dos 30 ºC. O que para a parte interior de um compartimento é bastante quente. Nesse caso, todos os fatores solares máximos utilizados foram iguais, portanto é fácil perceber a diferença apenas a olhar para o gráfico. Como reflexo da temperatura inicial ter sido definida como 25ºC, nas primeiras 24h do experimento não se nota ainda muita diferença entre as 3 linhas cheias relativas às temperaturas interiores em cada uma das 3 zonas. Porém, nota-se que a partir do segundo dia, essas linhas ja se afastam um pouco mais, o que reflete a diferença entre as zonas.

Agora numa perspectiva diferente, apresenta-se um caso quase que oposto, onde a Inércia é forte, a ventilação é a máxima considerada de 4 renovações horárias do ar, a orientação é Norte e a percentagem de envidraçado é de 10% da área do pavimento, representado na figura 4.2.

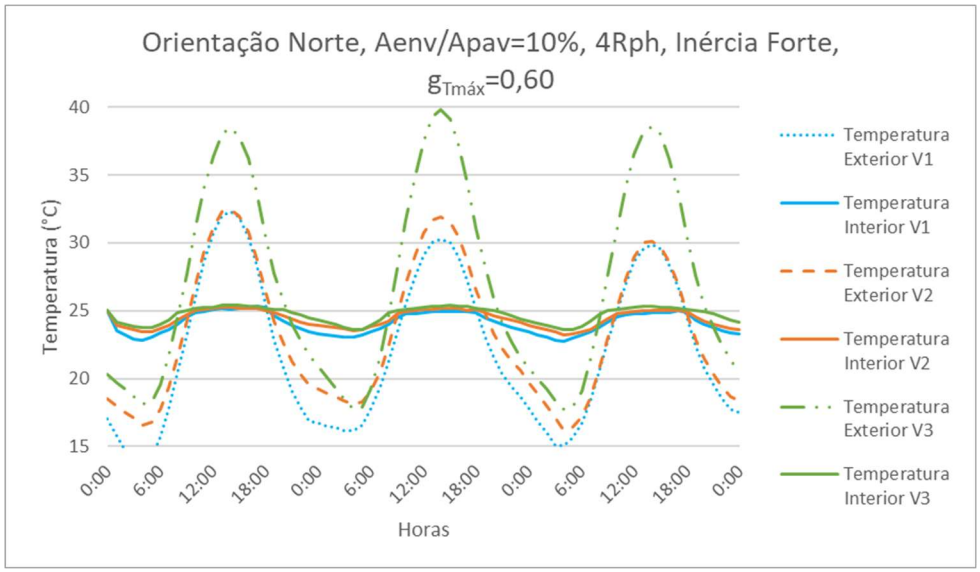


Figura 4.2. – Temperaturas Interiores e Exteriores para comparação entre zonas climáticas

Também dessa vez com os fatores solares máximos utilizados iguais para todas as 3 zonas climáticas. Mesmo num cenário muito diferente do anterior, com diferenças bem pequenas nas temperaturas interiores, ainda se nota que o padrão se repete com as temperaturas de V3 sendo as mais altas, em seguida, de V2 e as menores de V1. Porém, como aqui a inércia é forte e a ventilação é bastante elevada, nota-se que as curvas de temperaturas interiores tem oscilações muito pequenas entre as horas do dia. E também, as temperaturas mais altas registradas dentro da moradia quase não passam de 25ºC, o que é um bom sinal, pois essa temperatura é considerada termicamente confortável pelo [6].

Na figura 4.2. acima, como a escala foi ajustada para compreender as temperaturas exteriores, que apresentam uma amplitude bem maior, não se pode analisar com muitos pormenores as temperaturas interiores. Por isso, para melhor observação, encontra-se abaixo a figura 4.3. semelhante a figura 4.2. anterior, apenas retiradas as curvas referentes às temperaturas exteriores.

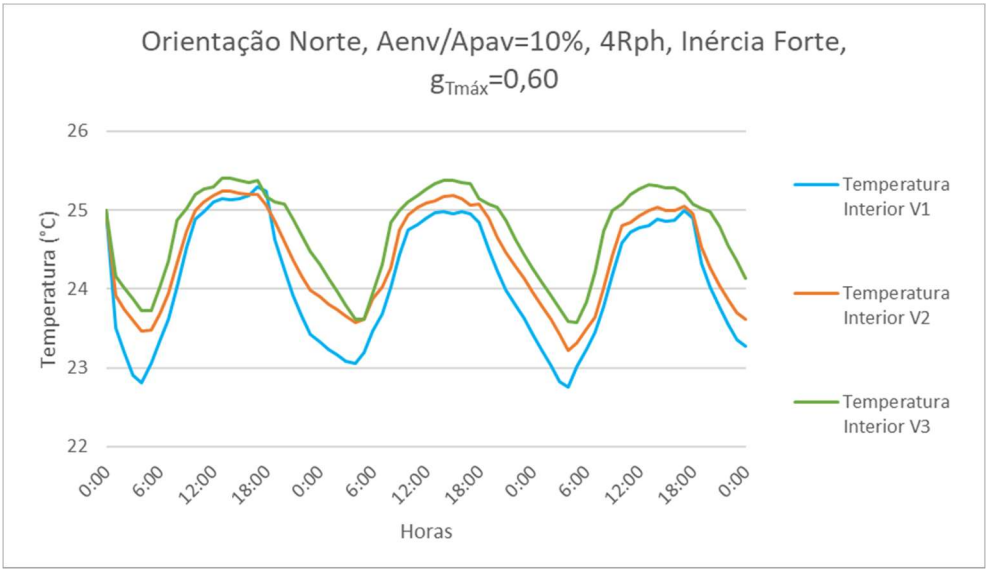


Figura 4.3. – Temperaturas interiores para comparação entre zonas climáticas

Nessa escala aumentada da figura 4.3. é possível ver com mais clareza a diferença entre as temperaturas interiores das diferentes zonas climáticas. Neste caso é possível reparar que as curvas de V1, V2 e V3 coincidem ou até se cruzam em alguns pontos. A confirmar que quando a inércia é forte e a ventilação também - principalmente quando a área de envidraçado é pequena, de 10% - a influência da zona climática é muito menor do que no caso apresentado anteriormente na figura 4.1., onde a área do vão envidraçado é de 30%, a inércia é fraca e a ventilação também.

Nesta secção conclui-se que as zonas climáticas apresentam influência considerável nos resultados de temperatura interior, porém em escalas diferentes a depender dos outros parâmetros que também contribuem para os ganhos solares.

4.2.2. Orientação

Nesta parte apresenta-se os resultados relevantes das simulações em que se foi alterando apenas a Orientação. O gráfico da figura 4.4. abaixo apresenta o quanto a orientação do envidraçado – entre Norte, Este, Sul e Oeste respectivamente – influencia na temperatura interior do compartimento em

análise. Os dados analisados são derivados dos 3 dias mais quentes da zona climática V3 - Beja, inércia fraca, fração de 30% Aenv/Apav e 1 renovação horária do ar. Essas características foram escolhidas de forma a analisar orientações com fatores solares iguais, $g_{Tmáx}$=0,10. Nesse caso, as orientações Este, Sul e Oeste adotaram o $g_{Tmáx}$ estabelecido [1] e a orientação Norte precisou de uma simulação extra com esse valor, já que o valor estabelecido para esse cenário pela portaria é de 0,40.

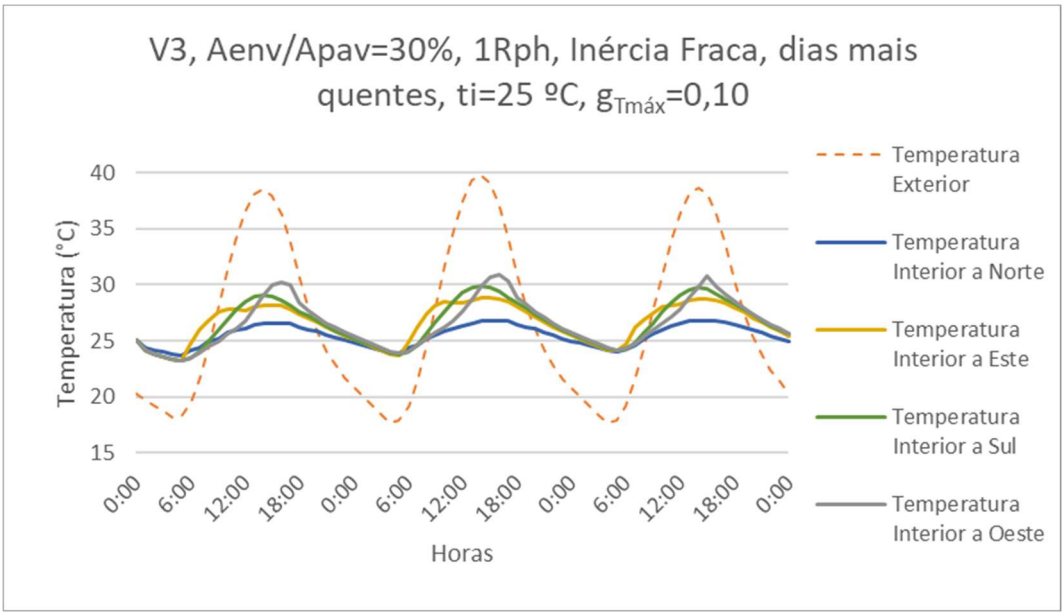


Figura 4.4. – Temperaturas Interiores nas quatro orientações diferentes

É possível observar na figura 4.4. um padrão em que a temperatura interior se comporta para cada uma das orientações, sendo todas reflexo da mesma temperatura exterior mas de radiação solar diferente. A Norte, as temperaturas são bem mais baixas que para as outras orientações e as maiores temperaturas estão concentradas ao meio do dia. A Este, as temperaturas crescem mais rapidamente nas primeiras horas de sol, já que é a orientação em que se está voltado ao nascer do sol. A Oeste acontece justamente o contrário de Este, porém o pico das temperaturas tem valores claramente mais altos devido à combinação de dois motivos: a intensidade da radiação solar ser mais elevada da parte da tarde do que durante a manhã e que esse horário que a intensidade de radiação solar é mais elevada acontece em horas que as temperaturas também estão mais elevadas. E a Sul existe uma simetria na curva com as temperaturas mais altas concentradas às mesmas horas que o pico das temperaturas exteriores, uma vez que a inércia térmica é fraca. As temperaturas mais baixas das 72 h estudadas não variam muito em relação à orientação, como se pode ver na figura 4.4., o que mostra que os ganhos solares, que só acontecem nas horas entre o nascer e o pôr do sol, são a parcela responsável pela maior diferença entre as orientações.

Quando comparado com a temperatura exterior, percebe-se que as curvas das temperaturas interiores têm amplitudes bem mais curtas do que a curva das temperaturas exteriores. Porém, mesmo assim existe uma diferença bem grande entre as máximas e as mínimas interiores - de cerca de 7 ºC para Oeste e cerca de 5 ºC para Este e Sul e a orientação Norte apresentando a menor das diferenças, de cerca de 3 ºC - que para o interior ainda é uma oscilação considerável. Isso se deve ao facto de que esses resultados são relativos a um cenário de inércia fraca e pouca ventilação. E os efeitos desses parâmetros serão falados a seguir.

Aqui, como as temperaturas interiores da curva da orientação Norte são mais baixas, nota-se o motivo de que na tabela sugerida [1] o valor de fator solar máximo admissível para esse caso é mais alto do que para as outras orientações. Isso porque quanto maior o fator solar, maior o ganho solar, logo maior a temperatura interior. Então a orientação Norte tem uma certa folga ainda de alguns poucos graus Celsius para ficar equivalente às outras orientações. Mais adiante neste trabalho, será analisado se o valor de gTmáx= 0,40 [1] seria realmente o mais adequado ou não em termos de conforto térmico para esse cenário, porém já se nota que poderia ser um valor de fator solar mais alto que o estabelecido para as demais orientações. E, para a orientação Oeste, um valor de fator solar mais baixo, nesse caso, traria maior conforto térmico interior.

Logo, observa-se que, quando se quer diminuir o impacto dos ganhos solares no conforto térmico do interior de um compartimento, seja para qualquer uma das orientações, uma estratégia eficaz é a diminuição do valor do fator solar. Porém, nesse caso apresentado acima, mesmo com o fator solar baixo, $g_{Tmáx}$=0,10, as temperaturas interiores chegam a valores demasiadamente altos para o interior de uma moradia, a rondar os 30ºC, o que indica um problema a ser resolvido diminuindo o fator solar ainda mais ou adotando alguma outra estratégia atuando sobre os outros fatores influentes.

4.2.3. Inércia Térmica

Resultados de simulações em que foi alterada apenas a Inércia Térmica das envolventes e mantidos os outros parâmetros com o intuito de analisar a influência da inércia térmica nos valores de temperaturas interiores do compartimento em questão. Abaixo, na figura 4.5. encontra-se os resultados de um caso para análise.

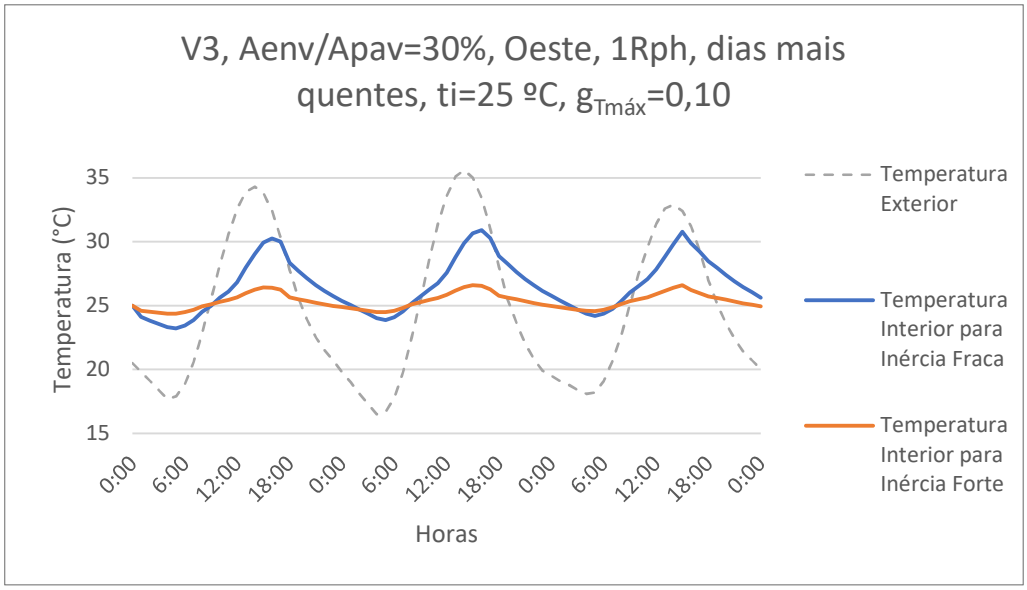


Figura 4.5. – Temperaturas Exteriores e Temperaturas Interiores para Inércia Fraca e Forte

Para os dados utilizados na figura 4.5. acima, perecebe-se que aumentando a inércia térmica e mantendo os outros parâmetros, o que se nota é uma maior estabilidade na temperatura interior durante as horas do dia. Tanto as temperaturas mais altas diminuem, quanto as mais baixas aumentam. Assim a curva de temperaturas interiores para inércia forte nesse caso se mantém perto dos 25 ºC considerada uma

temperatura agradável [6], porém nesse trabalho será analisado se esses valores de temperaturas interiores são termicamente confortáveis de acordo com um outro critério que será apresentado logo a seguir. Caso esses valores sejam aceitáveis de acordo com este critério escolhido, então este fator solar está bom para o conforto térmico.

Em relação à inércia fraca, repara-se uma grande diferença entre os picos inferiores e superiores de temperatura interior, de cerca de 7 ºC, com as temperaturas mais altas a rondar os 30 ºC. Independente do critério escolhido para avaliação do conforto térmico, este valor de temperatura para o interior de uma habitação está notavelmente alto e pode acarretar em grandes problemas, o que indica que o fator solar precisaria ser diminuido para diminuir os ganhos solares e assim baixar a temperatura interior para as características dessa configuração de cenário em específico. Ou, caso fosse possível, aumentar a inércia térmica da construção de forma que se aproximasse da curva de inércia forte da figura 4.5., onde as temperaturas interiores são bastante mais baixas, cerca de 4 ºC, para esse mesmo fator solar e proporciona mais conforto para os indivíduos dentro do compartimento.

Assim é possível entender o motivo de os fatores solares admissíveis estabelecidos [1] para inércia fraca serem mais baixos do que os estabelecidos para inércia forte. Para esse caso em específico, os valores estabelecidos são $g_{Tmáx}$=0,10 para inércia fraca e $g_{Tmáx}$=0,25 para inércia forte. Na secção 4.2.6. será apresentado graficamente o efeito da diferença de fatores solares para um mesmo cenário e então se terá maior sensibilidade para depois observar as tabelas de GHD ao final deste capítulo onde os cenários diferentes apresentam não só os parâmetros a alterar como também o fator solar de forma a seguir o estabelecido como máximo admissível [1].

Um outro caso em que se pode analisar o efeito da diferença que a inércia térmica produz no conforto térmico interior é a figura 4.6. abaixo. Para os 3 dias mais quentes de V1, com temperatura interior inicial de 25 ºC, na orientação Oeste, área de envidraçado de 20% da área do pavimento, ventilação de 1 renovação horária e fator solar de 0,15.

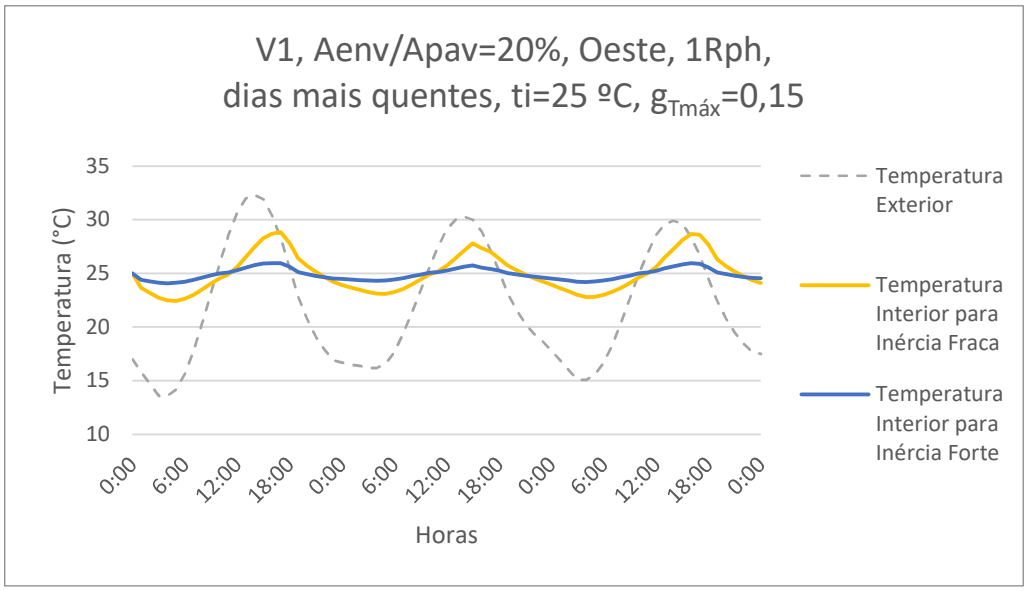


Figura 4.6. – Temperaturas Exteriores e Interiores para Inércia Fraca e Forte

Com isso, nota-se que o padrão de diferença entre Inércia Fraca e Forte se mantém e que continua a apresentar maior amplitude de valores de temperatura interior para inércia fraca do que para a forte.

Porém, nesse caso com as temperaturas exteriores mais baixas, as interiores também estão mais baixas, mas não proporcionalmente. Devido ao facto de que aqui o fator solar é um pouco mais alto do que o anterior, é esperado que os ganhos solares sejam mais elevados. Nesse caso, a área do envidraçado é menor do que no caso anterior, o que geraria uma diminuição dos ganhos solares, porém, para este conjunto diferente de fatores, pode-se perceber que o resultado final é que as temperaturas interiores para inércia fraca estão mais próximas das exteriores do que no cenário da figura 4.5.

Não necessariamente isso configura um problema, já que o critério de análise de conforto térmico não envolve a diferença de temperaturas entre o meio exterior e o interior, e essa zona climática é uma zona com temperaturas mais amenas então não era mesmo de se esperar desconfortos muito grandes termicamente falando. Porém, o facto das temperaturas de pico da curva de temperaturas interiores chegarem a cerca de 28 ºC pode apresentar um problema para o conforto térmico interior. Uma das soluções possíveis para resolver esse problema é aumentar a inércia térmica da construção.

É seguro garantir que, quanto maior a inércia, mais protegido está o interior do clima exterior, porém isso pode tanto ser positivo por diminuir o sobreaquecimento nas horas mais quentes do dia, quanto negativo por dificultar o arrefecimento nas horas mais frias. Portanto, o que se conclui sobre a inércia térmica é que ela tem um efeito importante no resultado do conforto térmico. A escolha entre as diferentes inércias vai contribuir significativamente para as temperaturas interiores do compartimento, por isso é muito importante que essa escolha seja bem pensada analisando os efeitos desejados para cada projeto.

4.2.4. Fração Aenv/Apav

Para visualizar a diferença que a fração da área do envidraçado por área do pavimento faz nos resultados das temperaturas interiores, foram escolhidos alguns casos de simulação e apresentados nas figuras 4.7. e 4.8. abaixo. Ambos os casos foram calculados para os 3 dias mais quentes do ano e com temperatura interior inicial igual a 25 ºC.

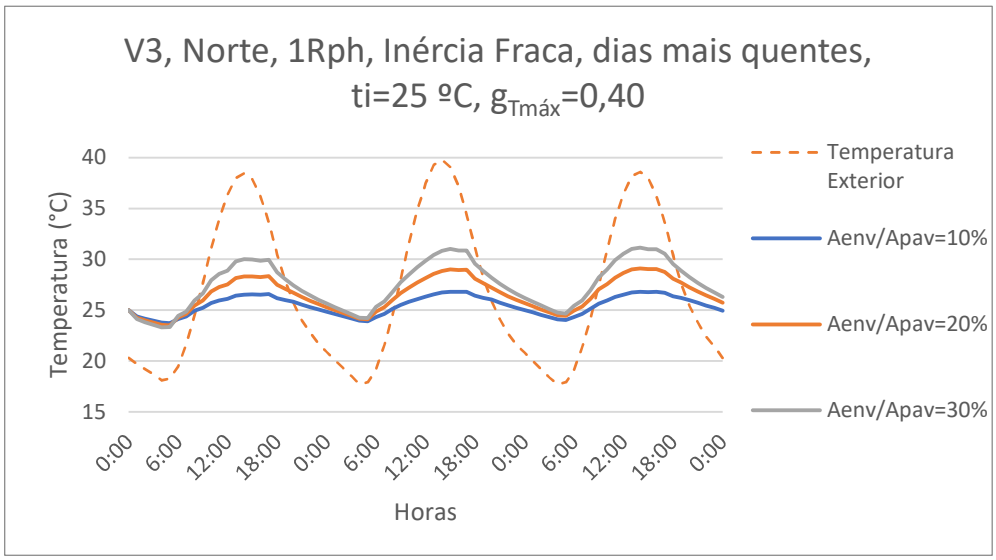


Figura 4.7. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes frações de área de envidraçado

Na figura 4.7. observa-se que quanto maior a percentagem de área de envidraçado em relação a área do pavimento, maior a influência que os ganhos solares têm nos valores de temperatura interior. Isso se deve ao facto de os ganhos solares serem diretamente proporcionais à área do envidraçado. Então, desde que os outros fatores não variem, quanto maior a área, maior o ganho solar, consequentemente, maior a temperatura interior. O fator solar também é uma variável que influencia diretamente no valor de ganhos solares e, neste caso, o fator solar é consideravelmente alto de 0,40, dentre os fatores solares adotados [1] que variam entre 0,10 e 0,60.

Todos os cenários mostrados na figura 4.7. possuem o mesmo fator solar, logo isso não vai influenciar na proporcionalidade entre as curvas, mas o alto valor de fator solar vai intensificar a magnitude da diferença entre elas para que fique de mais fácil observação para análise. Ou seja, se o fator solar aqui fosse menor, as curvas seriam todas mais baixas e a diferença entre elas diminuiria proporcionalmente, porém tornar-se-ia um pouco menos clara a diferença entre as diversas áreas de envidraçado para ser observada.

Como o cenário analisado na figura 4.7. é para a orientação Norte, que só tem valores de fator solar [1] para casos de 10, 20 e 30% de área de envidraçado por área de pavimento, apresenta-se uma nova figura 4.8. abaixo com um outro cenário que, dessa vez, tem valores também para casos com 4% de área de envidraçado por área de pavimento e com parâmetros um pouco diferentes como zona V2, orientação Sul, inércia forte, ventilação de 4 renovações horárias do ar, mas com o mesmo fator solar de 0,40.

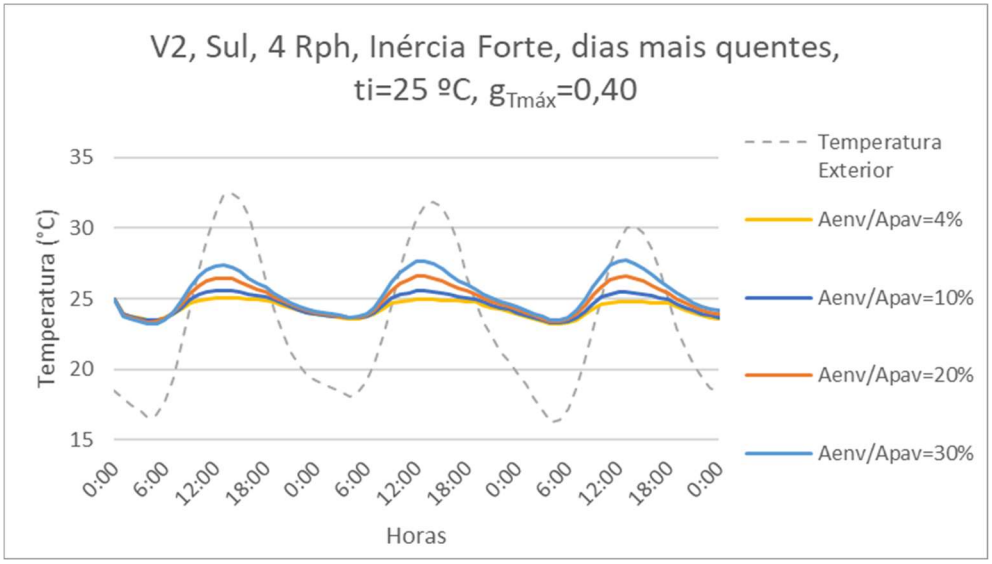


Figura 4.8. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes frações de área de envidraçado

No gráfico da figura 4.8. acima, mesmo com a inércia mais forte - o que faz com que as curvas fiquem um pouco mais achatadas - é possível observar que se repete o padrão citado anteriormente de que quanto maior a área do envidraçado, maior a temperatura interior. Com isso, vemos que a influência que o clima do meio exterior tem com o interior vai ser muito maior quando os envidraçados forem maiores, já que os ganhos solares serão mais elevados. Logo, quanto maior o envidraçado, mais perto as temperaturas interiores vão ficar das exteriores. Como as habitações são construções que têm um propósito de proteção e conforto, é esperado que se tenha temperaturas no interior bastante mais agradáveis do que do lado de fora. Portanto, a tendência é que quanto maior a área do envidraçado,

menor seja o valor de fator solar máximo admissível para tais condições. Assim, consegue-se limitar um pouco mais essas temperaturas mais altas.

Onde se conclui que, a escolha da área do envidraçado vai influenciar diretamente no conforto térmico do interior do compartimento. Quando se opta por envidraçados maiores no momento do projeto é preciso levar em consideração que podem surgir consequências negativas de temperaturas desagradáveis para os utilizadores. Portanto, se um dos objetivos do projeto for obter conforto térmico, é importante estar atento para compensar o sobreaquecimento gerado pelos ganhos solares através do envidraçado com escolhas estratégicas de outros fatores que também influenciam no conforto térmico, como fator solar, orientação do envidraçado ou ventilação.

4.2.5. VENTILAÇÃO

Como citado anteriormente, para as simulações foi utilizada a ventilação mecânica para as horas do dia em que a temperatura exterior é menor que a interior. Aqui apresentam-se alguns dos resultados para os experimentos realizados a variar o caudal de renovações horárias de ar dentro do compartimento, para os três dias mais quentes do ano e temperatura interior inicial de 25 ºC, a manter os seguintes parâmetros:

- Zona Climática: V1;
- Inércia Fraca;
- gtmáx=0,40.

Foram selecionados dois cenários diferentes com as áreas de envidraçados de 4%, na figura 4.9. e de 30%, na figura 4.10. para um expectro amplificado de possíveis resultados para as situações fixadas. Também foi escolhido selecionar duas orientações diferentes para comparar o mesmo fator solar, na figura 4.9., orientação Este e na figura 4.10., orientação Norte.

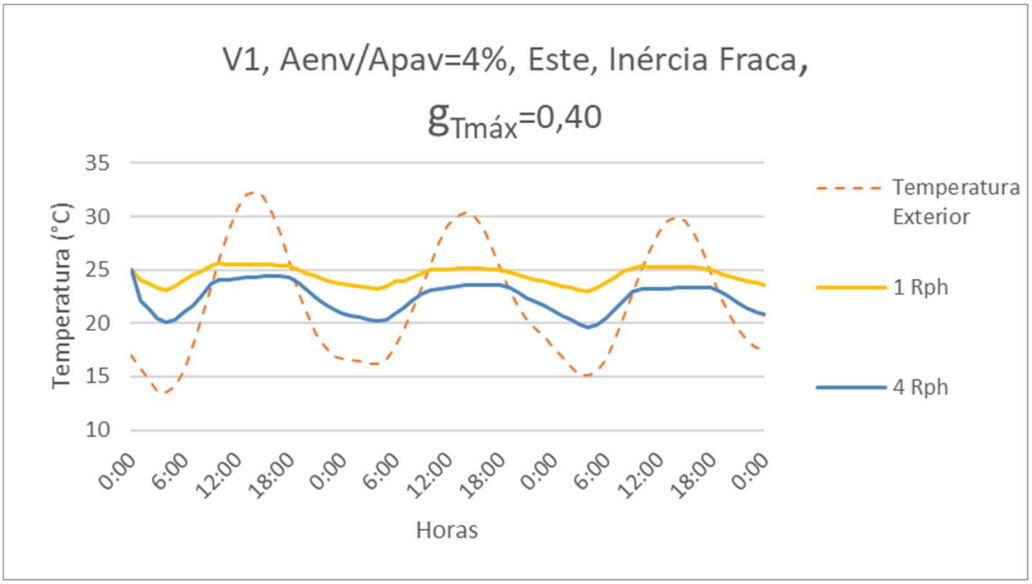


Figura 4.9. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes renovações horárias do ar

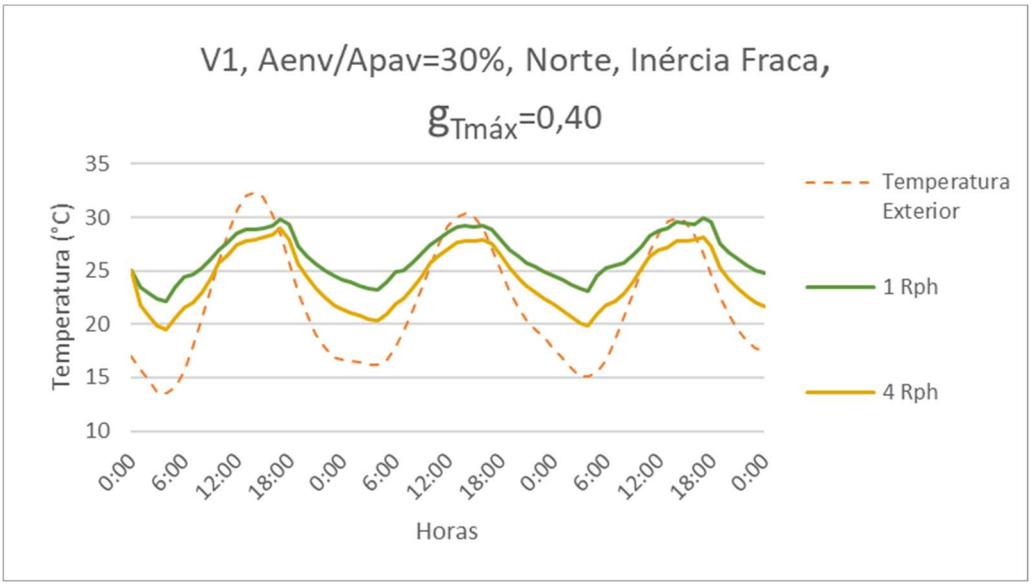


Figura 4.10. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes renovações horárias do ar

Em ambos os gráficos acima, as temperaturas interiores para 1 renovação horária do ar foram cerca de 2 ºC mais altas nas horas mais quentes e cerca de 3 ºC mais altas nas horas mais frescas comparado às temperaturas interiores para 4 renovações horárias do ar. O que quer dizer que aumentar a ventilação tem um impacto positivo no combate contra o sobreaquecimento, desde que essa ventilação ocorra quando a temperatura exterior é inferior à temperatura interior.

Porém, como em muitos projetos reais não se pode garantir uma alta renovação horária, é preciso conseguir uma maneira de limitar os ganhos solares a considerar que, muito provavelmente, a ventilação nas construções vão rondar por perto do valor de 1 renovação horária para, dessa forma, garantir que os piores cenários estarão garantidamente confortáveis. Portanto, na tabela de valores propostos desse trabalho que será apresentada no sub-capítulo 4.4., estará a considerar todos os cenários calculados para 1 renovação horária apenas e uma pequena observação para os casos em que, se puder garantir as 4 renovações horárias, pode-se adotar valores específicos maiores do que os da tabela. Contudo, este capítulo analisa até o final todos os seus cenários para as duas quantidades de renovação horária do ar e apresenta seus resultados da mesma forma.

Em relação a ventilação, percebe-se que quando a área do envidraçado é maior, a diferença da ventilação de 1 para 4 renovações horárias do ar continua exercendo o mesmo papel de baixar as temperaturas em todas as horas do dia, ou seja refrescar mais o compartimento. Mesmo que a ventilação seja acionada apenas nas horas noturnas, é possível reparar que o efeito de refrescamento se arrasta para as outras partes do dia. Isso se deve ao facto de que as primeiras horas do dia apresentam temperaturas mais baixas devido a ventilação noturna, logo mesmo que não tenha ventilação nas horas mais quentes do dia, a temperatura não chega a atingir valores tão altos.

Já quando considera-se, para os cenários acima, dessa vez uma inércia forte e fatores solares ainda mais altos – antes de 0,40 e agora de 0,60 - os resultados são os apresentados nas figuras 4.11. e 4.12. abaixo. Também para os três dias mais quentes do ano e temperatura interior inicial de 25 ºC.

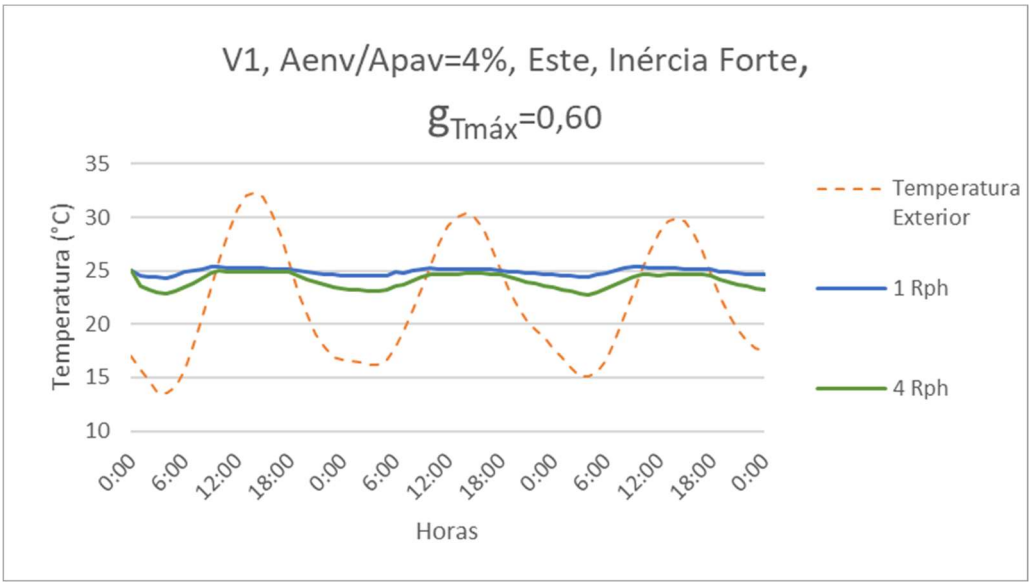


Figura 4.11. – Temperaturas Exteriores e Interiores para diferentes renovações horárias do ar

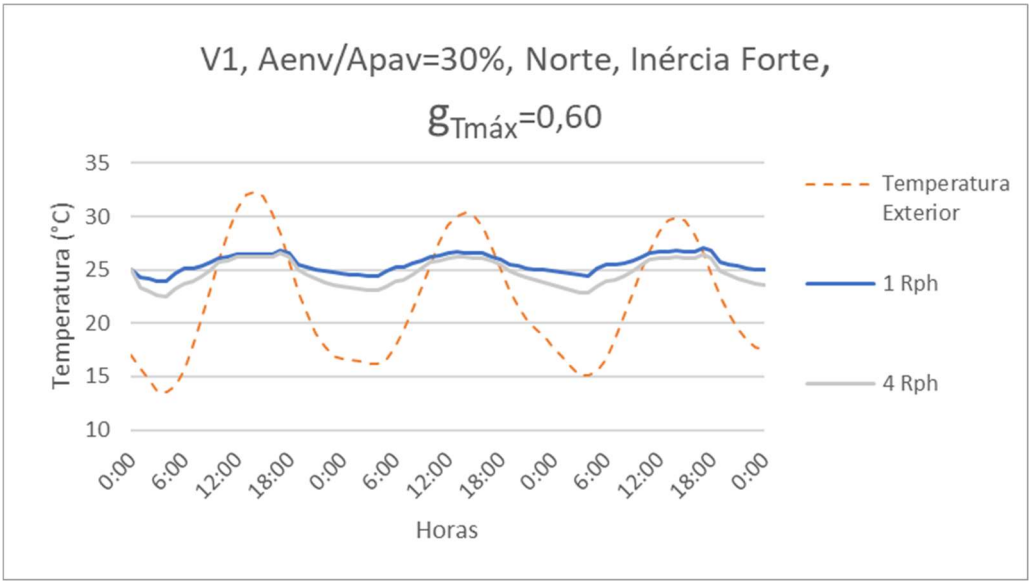


Figura 4.12. – Temperaturas Externas e Internas para diferentes renovações horárias do ar

No caso das figuras 4.11. e 4.12. acima, os picos de temperaturas interiores quase não se alteram a comparar 1 com 4 renovações horárias do ar. Mas ainda obtém-se uma pequena diferença com temperaturas mais baixas nas horas menos quentes do dia para as 4 renovações horárias do ar.

No caso da figura 4.12., quando a área de envidraçado é de 30%, as zonas mais altas das curvas de ambas as quantidade de renovações horárias, mesmo estando mais baixas que para a inércia fraca, figura 4.10., ainda assim estão a rondar os 27 ºC. Que, para o caso de inércia forte, por ser em V1 e ainda a orientação Norte, não era esperado temperaturas tão altas no interior ainda mais para a curva de 4 renovações horárias.

Quando compara-se a inércia forte com a inércia fraca, apesar de aqui terem sido considerados fatores solares diferentes para os dois casos, é possível perceber que a ventilação é mais eficaz para os casos de inércia fraca. Isso se comprova ao olhar os 4 gráficos e reparar que para a inércia fraca, como nas figuras 4.9. e 4.10., obtém-se maior diferença entre as curvas do que nos gráficos das figuras 4.11. e 4.12. Essa diferença na prática, com a quadruplicação das renovações horárias, nas horas mais quentes do dia são cerca de 2 ºC amenizados nos cenários de inércia fraca, comparado com perto de 0 ºC de diferença nos cenários de inércia forte.

Isso se deve ao facto de que, por a inércia ser mais fraca, quando ativada a ventilação o ambiente se refresca mais fácil e rapidamente, pois possui menos massa útil da construção para perder calor. E, como nessa tese foi escolhida a forma de ventilação que acontece nos momentos em que a temperatura exterior é menor do que a interior, que normalmente acontece nos horários noturnos, esse efeito de refrescamento acontece a noite fazendo com que essa seja a parte das curvas que apresenta maior diferença nos gráficos – entre 1 e 4 renovações horárias de ar. Por isso que nas horas mais quentes não se observa muita diferença, já que nesses horários não há ventilação, mas mesmo assim as temperaturas mais altas não são exatamente iguais – quando comparado os dois caudais de ventilação - pois uma parte do arrefecimento que acontece de noite ainda tem um pequeno efeito quando chega às horas mais quentes do dia. E caso houvesse ventilação diurna, aconteceria o movimento de calor de fora para dentro aumentando a temperatura interior, ao invés de diminuir, o que seria mais maléfico do que benéfico no caso da estação de arrefecimento. Por esse motivo, a escolha desta estratégia de ventilação foi a considerada mais adequada para as simulações desta tese.

4.2.6. Fator Solar

Com todos os casos apresentados nos pontos anteriores, observou-se a necessidade de analisar também o potencial que o fator solar possui de alterar os resultados de temperatura interior. E principalmente confirmar se ao alterá-lo é possível obter melhores resultados visando o conforto térmico nas construções como era esperado.

Da mesma forma que anteriormente foi alterado apenas um parâmetro mantendo os outros para analisar a influência desse parâmetro nos resultados, aqui foi feito a mesma coisa com o fator solar. No decorrer destas análises dos pontos anteriores foram observados diversas maneiras em que o fator solar poderia influenciar no resultado do conforto térmico. Aqui será mostrado graficamente na figura 4.13. o efeito que acontece nas temperaturas interiores a partir da alteração do fator solar.

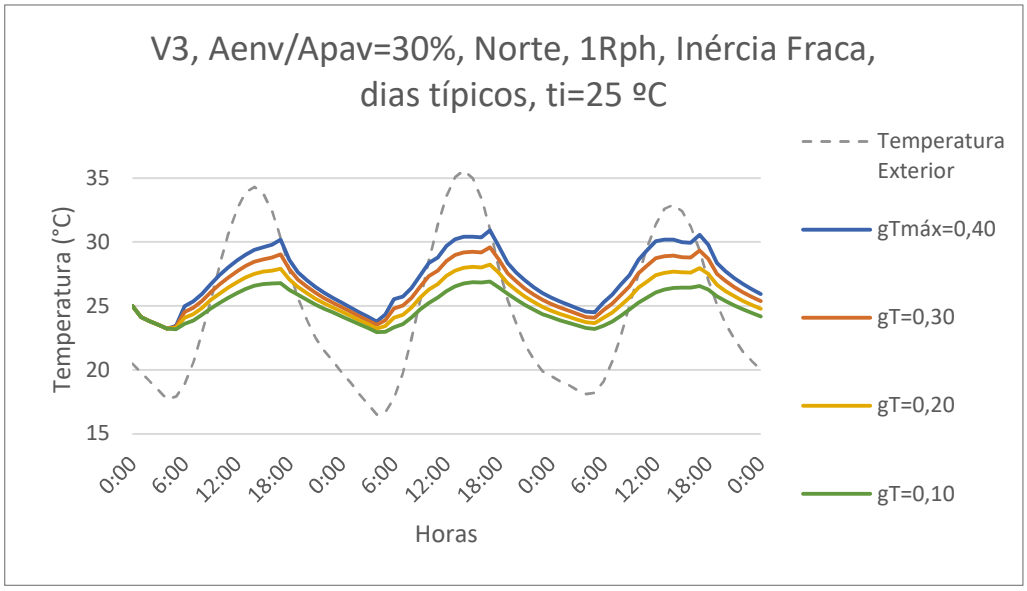


Figura 4.13. – Diferentes fatores solares para um mesmo cenário

No exemplo da figura 4.13. acima foi selecionado um cenário com grande área de envidraçado para obter maior grandeza de diferença entre os resultados dos diferentes fatores solares, já que, quanto maior a diferença maior clareza para observar. Portanto, é possível perceber que quanto maior o fator solar, maiores as temperaturas interiores, de forma proporcional. Porém, não se apresenta muita alteração nas temperaturas mais baixas, sua maior influência é mesmo nas temperaturas mais altas - que são justamente as mais relevantes para este estudo - já que os ganhos solares são maiores nas horas mais quentes, onde a intensidade da radiação solar é maior e portanto essa região da curva é a mais afetada pelas mudanças no valor de fator solar.

Porém, mesmo não tendo efeito de igual grandeza em todas as horas do dia, consegue-se perceber pela diferença das curvas que proporcionalmente, a mudança do fator solar altera a temperatura interior do compartimento mesmo nas horas mais frias. Nas horas mais quentes do dia, o aumento de 0,10 no fator solar aumenta cerca de 1 ºC nas temperaturas interiores e nas horas mais frias do dia, aumenta cerca de 0,5 ºC. De forma acumulativa, as curvas vão se afastando cada vez mais umas das outras ao passar do tempo. Como o estudo paramético foi realizado para um período curto de apenas 72 h, não fica muito clara essa diferença. Mas, mesmo assim, é possível notar que a diferença entre as curvas vai se acentuando com o passar dos dias.

As curvas começam exatamente iguais, já que a temperatura interior inicial é a mesma de 25 ºC e não existe ainda a contribuição dos ganhos solares nas primeiras horas do dia. Conforme a parcela de ganhos solares começa a entrar, as curvas vão se separando, já que quanto maior o fator solar, maior o ganho solar, logo maior a temperatura interior. Porém, nas horas de arrefecimento, que são as partes que as curvas estão decrescendo, mesmo na hora mais fria do dia, percebe-se que as curvas que mais aumentaram durante o dia, não chegam a alcançar picos de temperaturas baixas iguais aos picos das outras curvas com fatores solares mais baixos. Ou seja, não arrefecem na mesma intensidade que aqueceram. Isso acontece dessa forma pois foi considerada uma ventilação baixa de 1 renovação horária do ar, se a ventilação fosse maior, a diferença entre as curvas nas horas mais frias seria certamente menor, porém não deixaria de acontecer.

Portanto, conclui-se que o fator solar é um grande aliado dos projetistas no combate contra o sobreaquecimento. Ele tem grande influência nos resultados de temperatura interior e podem ser grandes responsáveis por se alcançar o conforto térmico quando dimensionados pensando em todos os parâmetros que fazem parte da tranferência de calor do meio exterior para o interior. Enquanto que alterar os outros parâmetros pode demandar uma grande mudança no projeto, a alteração do fator solar do envidraçado pode ser uma estratégia simples e muito eficaz já que apenas diz respeito à escolha do envidraçado e suas proteções.

Através dessa análise inicial do estudo paramétrico foi possível concluir que em relação as zonas climáticas, por mais que seja possível afirmar que quanto maior a temperatura exterior, maior tende a ser a temperatura interior - quando as outras condições são mantidas – e as temperaturas exteriores em V3 são habitualmente mais altas que em V2 e em seguida, V1, não é garantido dizer que quanto mais severa a zona climática de verão, menores vão ser os valores de fator solar. Essa é apenas uma tendência, mas cada caso precisa ser avaliado individualmente, já que a alteração de outros parâmetros como inércia térmica e ventilação também exercem grande influência nos resultados de temperaturas interiores.

Em relação à inércia térmica, observou-se que quanto maior a inércia térmica da construção, mais lenta se torna a troca de calor com o ambiente, tanto para o arrefecimento quanto para o aquecimento do compartimento. Portanto pode-se concluir que para inércias mais fortes, os valores máximos de fator solar podem ser iguais ou maiores dos que para inércias mais fracas.

Em relação à orientação do envidraçado, se pode assumir que para a orientação Oeste, os valores máximos de fator solar serão menores ou iguais aos das outras orientações. Isso porque as intensidades de radiação solar a Oeste são mais elevadas no decorrer da tarde, quando normalmente as temperaturas interiores já estão mais elevadas. E para orientação Norte, os valores de fator solar podem ser maiores ou iguais que das outras orientações, devido a uma parcela menor de incidência solar no hemisfério Norte.

Em relação a fração de envidraçado, como a área do envidraçado contribui diretamente para os ganhos solares, quanto maior a área de envidraçado, menor ou igual terá de ser o fator solar de forma a compensar os ganhos solares.

Em relação a ventilação, quanto maior o caudal de ventilação no verão para as horas em que a temperatura exterior é menor que a interior, maior ou igual se pode assumir o valor de fator solar.

4.3. Apresentação e Análise dos Resultados Relativos aos Diferentes Cenários

4.3.1. Critérios de Conforto Térmico

Para sabermos se esses resultados de temperaturas interiores são agradáveis para se viver dentro de um compartimento, foi avaliado se os cenários simulados configuram conforto térmico. Neste trabalho, o critério de conforto térmico escolhido se trata de comparar as temperaturas interiores de cada cenário com o valor máximo com 90% de aceitação da Norma ASHRAE 55 – apresentada com mais detalhes no capítulo 3 [2]. Assim, os cenários são classificados como termicamente confortáveis quando as temperaturas interiores estão abaixo deste limite e como termicamente desconfortáveis quando estão acima. Como forma de realizar essa identificação, foram calculados os graus-hora de desconforto de cada cenário, o que permitiu também obter uma noção da grandeza de desconforto de cada um destes cenários.

4.3.1.1. Temperatura máxima de conforto

Enquanto que, isoladamente, o valor de uma temperatura pode não ser muito significativo, quando dentro de um contexto, esse valor pode se definir como agradável ou desagradável. Mesmo tendo apresentado anteriormente que o conceito de conforto térmico depende de algumas variáveis do ambiente e também de quem está a sentir, é preciso definir um valor consensual para tornar possível a análise da temperatura de um ambiente entre o considerado bom ou mau e tornar possível a avaliação do conforto térmico.

Como mostrado no capítulo 3, as temperaturas interiores máximas de conforto aceitável [2] definidas como aceitáveis para cada zona climática são as seguintes: 26ºC para V1, 27ºC para V2 e 28ºC para V3. Após definidos esses valores, foi possível usá-los como ponto de partida para obter os valores de GHD de cada cenário.

4.3.1.2. Quantificação dos Graus-hora de desconforto

O conceito de graus-hora de desconforto, definido no capítulo 2, foi utilizado nesse trabalho como forma de quantificar todas as horas – dentre as 72 h analisadas para cada cenário - em que a temperatura ultrapassou a definida como aceitável para aquela região e em quantos graus. Assim sendo, o valor de GHD serve como indicativo para identificar quando os cenários apresentam conforto ou desconforto térmico, de tal forma que todos os casos em que obtivessem graus-hora de desconforto acima de zero, configurassem desconforto térmico, e quando obtivessem graus-hora de desconforto igual a zero configurassem conforto térmico.

Através da equação 3 no capítulo 2 - onde o conceito de graus-hora de desconforto foi apresentado - os GHD foram calculados somando a diferença entre a temperatura interior, t_h, referente a cada hora, h, e a temperatura máxima aceitável [2] de cada uma das zonas climáticas, t_v, que assumiu os valores já apresentados no ponto 4.3.1.1. Porém, aqui não foram considerados os valores negativos, ou seja, não entraram na soma os valores das horas em que a temperatura interior estava abaixo da temperatura máxima aceitável. O resultado em ºC representa a soma da quantidade de graus celsius apenas das horas que ultrapassaram o valor limite – onde t_h era maior que t_v - já que queremos contabilizar aqui somente os graus que geraram desconforto.

Portanto, para alcançar o conforto térmico, é preciso encontrar quais cenários que apresentaram GHD igual a zero e identificar os fatores solares que permitiram que isso acontecesse.

4.3.2. CUMPRIMENTO DOS CRITÉRIOS DE CONFORTO TÉRMICO

Nesta secção serão comentados os casos mais relevantes das simulações quanto ao cumprimento ou não dos critérios apresentados acima. Abaixo estão detalhadas as 4 etapas de simulações e são apresentadas as tabelas com os resultados dos cenários que condizem com cada etapa. Em anexo encontram-se as tabelas gerais com todos os valores de GHD de todos os cenários.

4.3.2.1. Primeira etapa de simulações

Na primeira fase, foram simulados todos os cenários para os 3 dias mais quentes do ano com o fator solar máximo admissível indicado pela portaria [1] respetivo para cada caso e com a temperatura interior inicial definida como 25ºC. Para essa etapa, os cenários que obtiveram GHD igual a zero estão

apresentados nas tabelas 4.1., 4.2. e 4.3. com seus fatores solares respectivos utilizados. Sendo a primeira tabela para V1, a segunda para V2 e a terceira para V3.

Tabela 4.1. – Cenários de V1 com GHD igual a zero na primeira etapa, para os 3 dias mais quentes do ano

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	ti=25ºC
					GHD(>26°C)
4%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
		4 Rph	Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,40	0
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,60	0
			Sul	0,60	0
			Oeste	0,60	0
		4 Rph	Este	0,60	0
			Sul	0,60	0
			Oeste	0,60	0
10%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,20	0
		4 Rph	Norte	0,40	0
			Este	0,20	0
			Sul	0,20	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
		4 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,40	0
20%	Inércia Fraca	4 Rph	Este	0,15	0
	Inércia Forte	4 Rph	Norte	0,60	0
30%	Inércia Fraca	4 Rph	Este	0,10	0

Tabela 4.2. – Cenários de V2 com GHD igual a zero na primeira etapa, para os 3 dias mais quentes do ano

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	ti=25ºC
					GHD (>27ºC)
4%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,40	0
		4 Rph	Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,40	0
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,60	0
			Sul	0,60	0
			Oeste	0,60	0
		4 Rph	Este	0,60	0
			Sul	0,60	0
			Oeste	0,60	0
10%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	0
			Este	0,20	0
			Sul	0,20	0
			Oeste	0,15	0
		4 Rph	Norte	0,40	0
			Este	0,20	0
			Sul	0,20	0
			Oeste	0,15	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,35	0
		4 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,35	0
20%	Inércia Fraca	4 Rph	Este	0,15	0
			Sul	0,15	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0
		4 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
30%	Inércia Fraca	4 Rph	Este	0,10	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0
		4Rph	Norte	0,60	0

Tabela 4.3. – Cenários de V3 com GHD igual a zero na primeira etapa, para os 3 dias mais quentes do ano

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	ti=25ºC
					GHD (>28ºC)
4%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,40	0
		4 Rph	Este	0,40	0
			Sul	0,40	0
			Oeste	0,40	0
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,60	0
			Sul	0,60	0
			Oeste	0,60	0
		4 Rph	Este	0,60	0
			Sul	0,60	0
			Oeste	0,60	0
10%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	0
			Este	0,20	0
			Sul	0,20	0
			Oeste	0,10	0
		4 Rph	Norte	0,40	0
			Este	0,20	0
			Sul	0,20	0
			Oeste	0,10	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,35	0
			Sul	0,35	0
			Oeste	0,30	0
		4 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,35	0
			Sul	0,35	0
			Oeste	0,30	0
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,10	0
		4 Rph	Este	0,10	0
			Sul	0,10	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,35	0
			Sul	0,35	0
			Oeste	0,30	0
		4 Rph	Norte	0,60	0
			Este	0,35	0
			Sul	0,35	0
			Oeste	0,30	0
30%	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0
		4Rph	Norte	0,60	0
			Oeste	0,25	0

Nas tabelas 4.1., 4.2. e 4.3. acima, a coluna de $g_{Tmáx}$ da portaria é aonde estão os valores de fatores solares utilizados para cada cenário e a coluna mais a direita apresenta os valores de GHD acima da temperatura limite definida para cada localidade quando considerada temperatura interior inicial de 25 ºC. Como todos os casos dessa tabela são os que apresentaram conforto térmico na primeira etapa, então todos os valores de GHD são iguais a zero nesses casos e estão marcados em verde.

Como informado anteriormente – na secção 4.3.1.1. Temperatura máxima de conforto - para cada zona climática o GHD se aplica a partir de temperaturas diferentes. Tendo isso em vista, pode-se perceber na tabela 4.3. que há uma maior quantidade de cenários que apresentaram conforto térmico interior na zona V3, mesmo sendo a região com temperaturas mais severas, entre as 3 analisadas, nos meses de calor – 42 cenários com conforto térmico dentre o total de 60 cenários para V3. Porém, isso não quer dizer que suas temperaturas interiores são menores que nas outras zonas, apenas quer dizer que para os critérios escolhidos nesse trabalho, para V3 é considerado termicamente confortável estar num compartimento com as temperaturas interiores um pouco mais altas, de até 28 ºC.

Já em V2, tabela 4.2., 37 cenários conseguiram a marca de conforto térmico já na primeira etapa de simulações. O que quer dizer que, para essa zona e para sua temperatura máxima aceitável de 27 ºC, 37 casos simulados - para os 3 dias mais quentes do ano e temperatura interior inicial de 25 ºC – apresentam temperaturas confortáveis termicamente no compartimento em questão. E os outros 23 casos terão que estar presentes na próxima etapa de simulações. Para os cenários de V1 na primeira etapa na tabela 4.1., menos da metade dos cenários conseguiram estar dentro da faixa de conforto térmico, apenas 25 cenários possuem temperaturas interiores abaixo da máxima para essa zona. Isto é, 45 cenários entre o total de 60 para V1 precisam ser submetidos a novas simulações para tentativa de alcançar conforto térmico. Os resultados das próximas etapas serão apresentados de seguida.

Observando as tabelas 4.1., 4.2. e 4.3., mesmo que os valores de fator solar utilizados tenham sido diferentes, e por diferentes entende-se que já foram assim designados, na Portaria utilizada, de forma a amenizar os diferentes efeitos de cada um dos parâmetros, ainda assim é possível notar que os padrões notados no sub-capítulo 4.2. apresentam influência nos resultados quanto ao conforto térmico. E, com isso, é possível apresentar algumas observações sobre os parâmetros variados.

Dentre todos os casos com GHD igual a zero nesta etapa, pode-se perceber que a maior parte deles é relativo às menores áreas de envidraçado, o que confirma o observado anteriormente que quanto maior a área de envidraçado, maior o sobreaquecimento do interior. Com menos evidência, mas ainda é facilmente perceptível que apresentam-se mais casos para inércia forte do que para inércia fraca com conforto térmico nessa primeira etapa. Isso se deve ao facto de que quando a inércia é mais fraca, o compartimento chega a temperaturas de pico um pouco mais altas do que quando a inércia é forte, portanto tem mais chances de ultrapassar a temperatura limite definida para cada localidade.

Da mesma forma, também a ventilação mais elevada de 4 renovações horárias do ar gerou mais resultados positivos nesta etapa. Nas três tabelas, 4.1., 4.2. e 4.3., nota-se que existem mais casos para 4 Rph do que para 1 Rph com conforto térmico. Isso acontece pois, como observado anteriormente, o aumento da ventilação tem um efeito positivo sobre o arrefecimento do compartimento, sendo eficaz na diminuição das temperaturas interiores e devolvendo maior conforto térmico.

Em relação às orientações, a maior parte dos casos que não obtiveram conforto térmico nesta etapa são relativos a orientação Oeste. O que confirma que essa orientação gera temperaturas bem mais elevadas em comparação com as outras, isso mesmo considerando fatores solares mais baixos na maior parte desses casos. E as orientações que mais aparecem com conforto térmico são a Norte e a Este, mesmo que a Norte o fator solar seja mais alto do que das outras orientações em quase todos os cenários. E, se observado na tabela da portaria [1] na totalidade dos cenários, os fatores solares máximos admissíveis

para Sul e para Este são os mesmos. Logo, com pouca diferença, mas ainda assim perceptível, a orientação Este – comparando com a orientação Sul - apresenta mais casos com conforto térmico em todas as três localidades, sendo um pouco mais claro em V1.

4.3.2.2. Segunda etapa de simulações

Todos os casos em que houve sequer algum desconforto nos 3 dias mais quentes e com a temperatura interior inicial igual a 25 ºC foram submetidos a uma segunda etapa de simulações, para verificar se dessa vez alcançam o conforto térmico. Já que a priori, no momento das simulações, foi definido utilizar como temperatura inicial o valor fixo de 25 ºC, aqui ao deparar-se com muitos casos de desconforto térmico, foi questionada a influência da temperatura interior inicial para os resultados dos 3 dias de ensaio. Como 72 h é um período de tempo relativamente pequeno, possivelmente ao final do terceiro dia a temperatura interior inicial forçada pode ainda ter grande relevância nos valores devolvidos pelo programa. Mas como o programa não trabalha muito bem para períodos de tempo muito maiores do que 24 h, não foi uma opção fazer análises mais longas.

Como alternativa, foi então optado por refazer as análises que tinham resultados insatisfatórios, dessa vez acionando a opção de temperatura interior inicial automática (ti automática) que o programa disponibiliza. Portanto, apresenta-se nas tabelas 4.4., 4.5. e 4.6. abaixo os valores de GHD para os cenários em que apresentaram GHD positivo na primeira etapa, e que agora, para a segunda etapa, resultaram em valores de GHD igual a zero. Os dados foram calculados para os 3 dias mais quentes do ano com a temperatura inicial interior automática calculada pelo software Lesocool. Também nas tabelas é apresentado o fator solar correspondente utilizado para cada um dos cenários, que neste caso foram o da portaria [1].

Tabela 4.4. – Cenários de V1 com GHD igual a zero na segunda etapa, para os 3 dias mais quentes do ano

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>26ºC)	
					ti=25ºC	ti=auto
4%	Inércia Fraca	1 Rph	Oeste	0,40	3,11	0
10%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	0,88	0
			Sul	0,20	0,25	0
			Oeste	0,20	9,19	0
		4 Rph	Oeste	0,20	0,83	0
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,15	9,40	0
			Sul	0,15	10,73	0
		4 Rph	Norte	0,40	6,26	0
			Sul	0,15	0,33	0
			Oeste	0,15	10,38	0
	Inércia Forte	4 Rph	Este	0,40	0,16	0
			Sul	0,40	0,83	0
			Oeste	0,40	10,43	0
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,10	9,40	0
			Sul	0,10	11,39	0
		4 Rph	Sul	0,10	1,16	0
			Oeste	0,10	12,40	0
	Inércia Forte	4Rph	Norte	0,60	3,53	0
			Este	0,40	8,99	0
			Sul	0,40	12,52	0

Tabela 4.5. – Cenários de V2 com GHD igual a zero na segunda etapa, para os 3 dias mais quentes do ano

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>27ºC)	
					ti=25ºC	ti=auto
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,15	1,92	0
		4 Rph	Norte	0,40	0,03	0
			Oeste	0,15	2,92	0
	Inércia Forte	4 Rph	Oeste	0,35	0,03	0
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,10	1,83	0
		4 Rph	Sul	0,10	0,36	0
			Oeste	0,10	4,76	0

Tabela 4.6. – Cenários de V3 com GHD igual a zero na segunda etapa, para os 3 dias mais quentes do ano

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>28ºC)	
					ti=25ºC	ti=auto
20%	Inércia Fraca	4 Rph	Norte	0,40	0,36	0
			Oeste	0,10	0,13	0
30%	Inércia Fraca	4 Rph	Este	0,10	0,03	0

Nas tabelas 4.4., 4.5. e 4.6. acima, a coluna de ti= 25 ºC é a que mostra os resultados de GHD acima da temperatura limite definida para cada localidade na primeira etapa com temperatura interior inicial de 25 ºC e a coluna de ti=auto apresenta os valores de GHD acima da temperatura limite definida para cada

localidade com temperatura interior inicial automática. Como todos os casos dessa tabela são os que apresentaram conforto térmico na segunda etapa, então todos os valores de GHD da coluna mais a direita são iguais a zero nesses casos e marcados em verde.

Os resultados dessa etapa de simulação mostram que, mais alguns cenários da orientação Oeste já começam a obter conforto térmico, principalmente os que têm alta ventilação. Ao fim desta etapa, com a exceção de alguns com 30% de área de envidraçado por área do pavimento, todos os cenários com 4 renovações horárias do ar já obtiveram conforto térmico. E a grande maioria dos que ainda não obtiveram conforto térmico até esta etapa, são de cenários com inércia térmica fraca.

Para V1, como pode ser observado na tabela 4.4., uma grande quantidade de cenários que não tinham entrado na faixa de conforto térmico na primeira etapa, dessa vez apenas ao trocar a temperatura interior inicial já atingiram o conforto térmico. Isso quer dizer que a temperatura de 25 ºC definida como temperatura interior inicial estava significativamente distante da temperatura inicial que realmente vigorava naquele compartimento para estes cenários. Com apenas esta mudança, notaram-se curvas com temperaturas de cerca de 2 a 3 ºC abaixo das anteriores com temperatura interior inicial definida a 25 ºC, como pode ser observado nas figuras 4.14. e 4.15. abaixo. Dois casos com orientações, áreas de envidraçado e fatores solares diferentes para exemplificar o relatado.

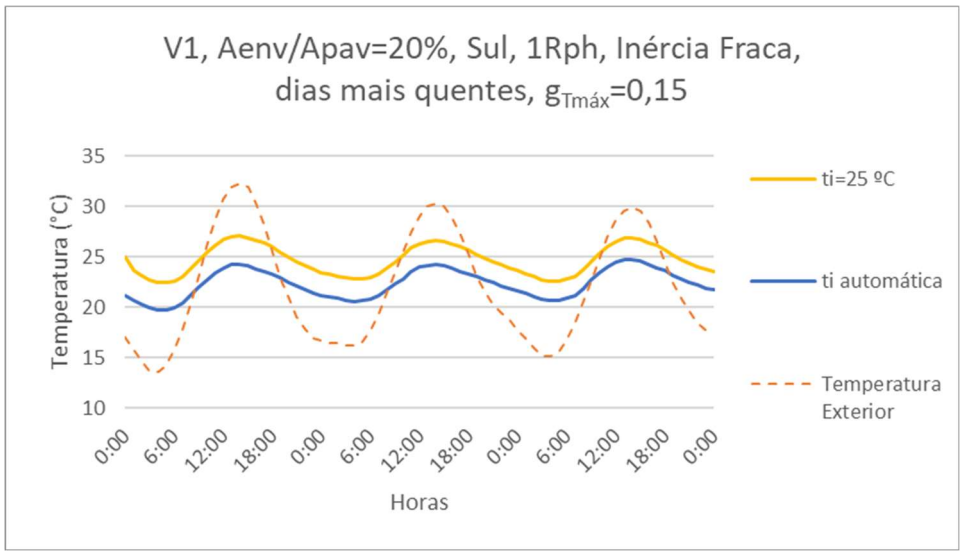


Figura 4.14. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

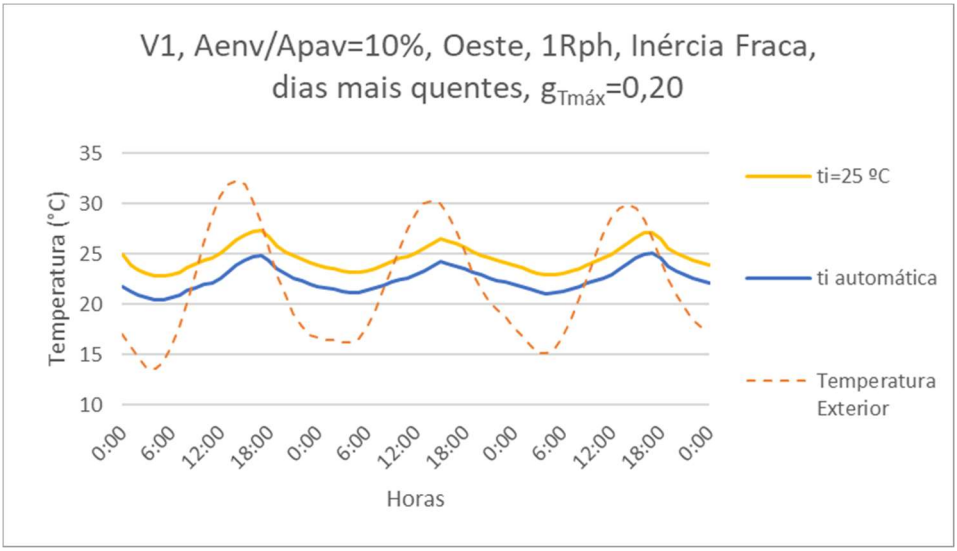


Figura 4.15. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

Quando observadas as tabelas de V2 e V3 (tabelas 4.5. e 4.6.), já se nota que essa alteração não foi o suficiente para um grande impacto nos resultados. Para V2, apenas 7 dos 23 cenários que faltavam foram solucionados. E para V3, somente 3 cenários dos 18 que foram testados obtiveram conforto térmico apenas trocando a temperatura interior inicial anteriormente definida como 25 ºC para a automática. Quanto mais severo o clima de verão, mais perto dos 25 ºC a temperatura interior inicial estaria e até, em certos casos, estaria acima.

Isso pode ser observado pelo facto de que os casos que obtiveram valores de GHD igual a zero na segunda etapa são os poucos casos em que os valores de GHD para a primeira etapa já estavam muito perto de zero. Pode ser mostrado graficamente também pelas figuras 4.16., 4.17. e 4.18. abaixo, de V3 para os 3 dias mais quentes do ano, que os três casos da tabela 4.6. apresentam a curva relativa à tempertura inicial automática muito perto da curva relativa à temperatura inicial definida como 25 ºC.

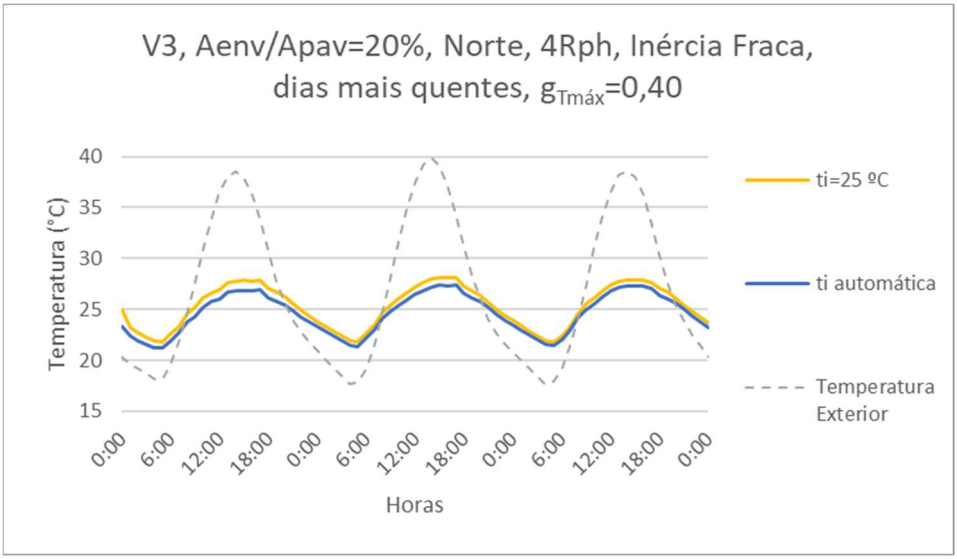


Figura 4.16. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

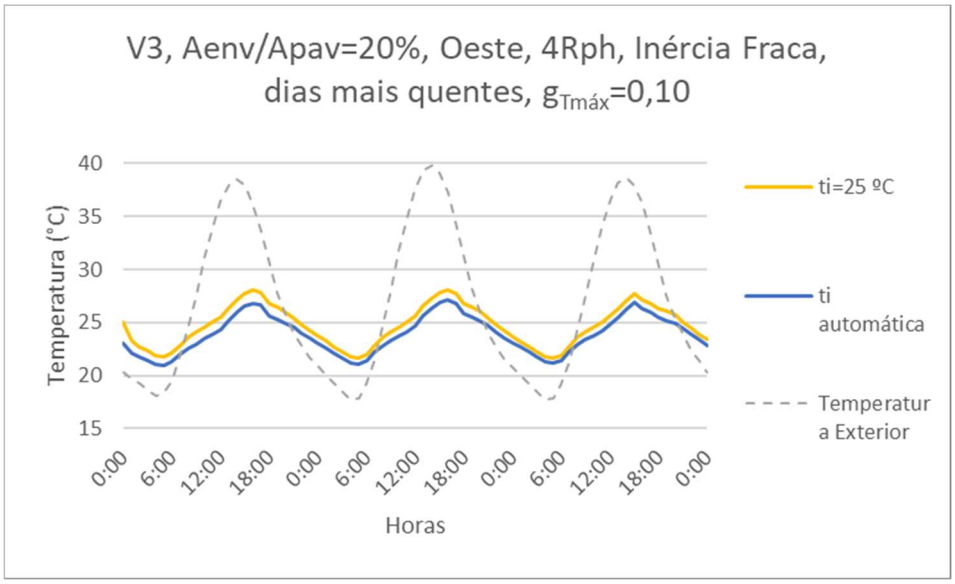


Figura 4.17. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

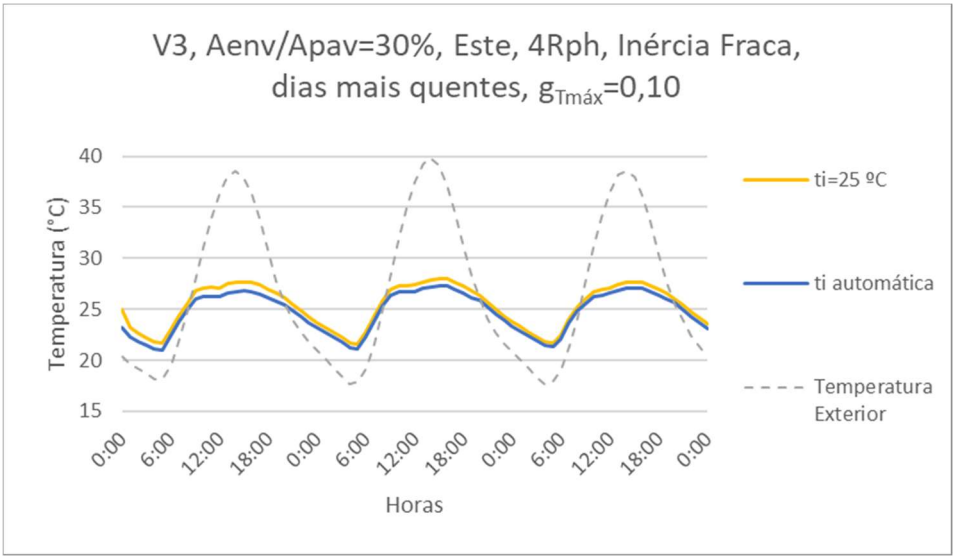


Figura 4.18. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

Em outras situações, mesmo tendo considerado a ti automática, continuou-se a obter temperaturas interiores acima dos valores aceitáveis. Algumas delas, temperaturas interiores até mais altas do que quando definido 25ºC para temperatura interior inicial – como exemplificado nas figuras 4.19., 4.20. e 4.21. abaixo.

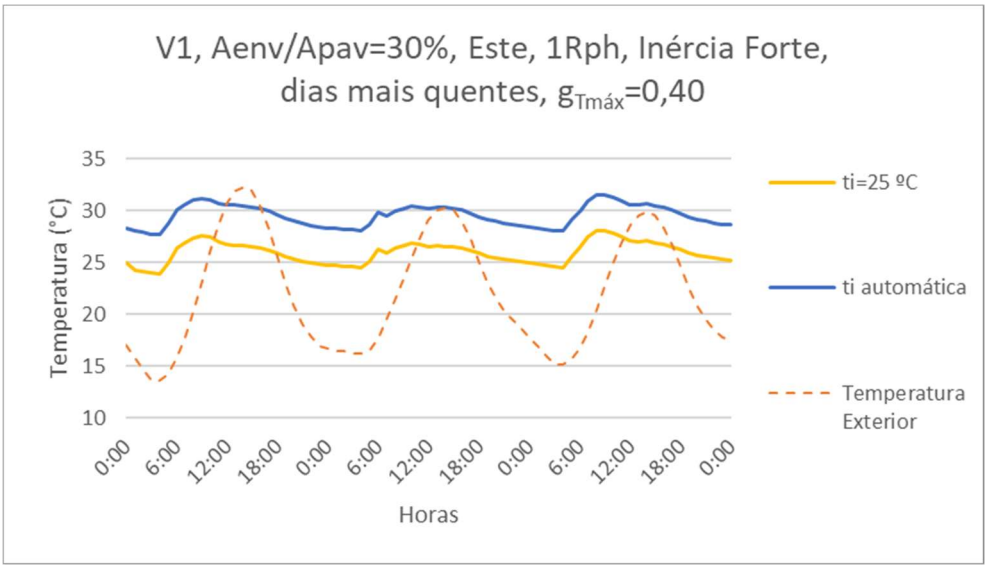


Figura 4.19. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

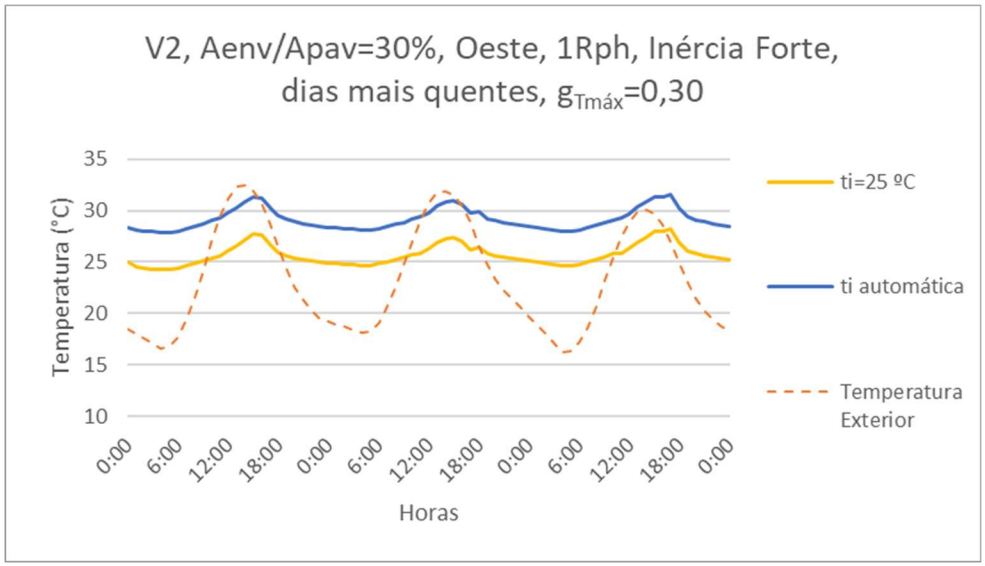


Figura 4.20. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

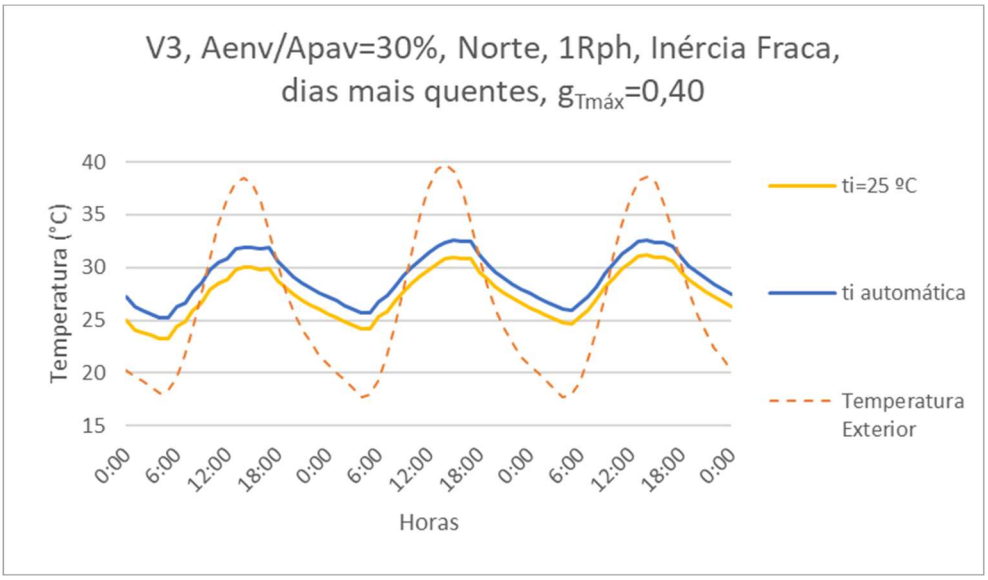


Figura 4.21. – Temperaturas interiores e exteriores para ti=25 ºC e ti automática

O que mostrou que a tentativa de assumir uma temperatura inicial de 25 ºC considerada como agradável podia ser acertada para alguns casos mas desajustada para outros. Em alguns cenários as temperaturas interiores iniciais estariam previsivelmente abaixo desse valor de 25 ºC enquanto que noutros poderiam estar muito acima. A partir desse ponto, foi assumida apenas a ti automática e realizadas novas simulações com os cenários que ainda obtiveram desconforto térmico na segunda etapa escolhendo utilizar de alguma estratégia para tentar se obter o conforto térmico.

4.3.2.3. Terceira etapa de simulações

No final da segunda etapa de simulações, identificou-se a necessidade de uma nova etapa de simulações. Para a terceira etapa de simulações, sobraram 15 cenários para V1, 16 cenários para V2 e 15 para V3 para alcançarem o conforto térmico.

Como para as etapas seguintes, a forma de conseguir o conforto passaria pela alteração dos valores do fator solar, servindo estes posteriormente para fazer uma proposta de valores máximos recomendados, foi considerado que a exigência a definir deveria ser avaliada através da consideração de dias típicos de Verão em cada zona climática e não através da consideração dos 3 dias mais quentes. Para esta etapa foram definidos então 3 dias típicos para cada zona climática. Essas 72 h seriam montadas de maneira fictícia a representar a realidade dos dias que ocorriam com maior frequência durante o verão. Foram selecionadas então as temperaturas exteriores para cada uma das zonas climáticas como mostra a figura 4.22. abaixo.

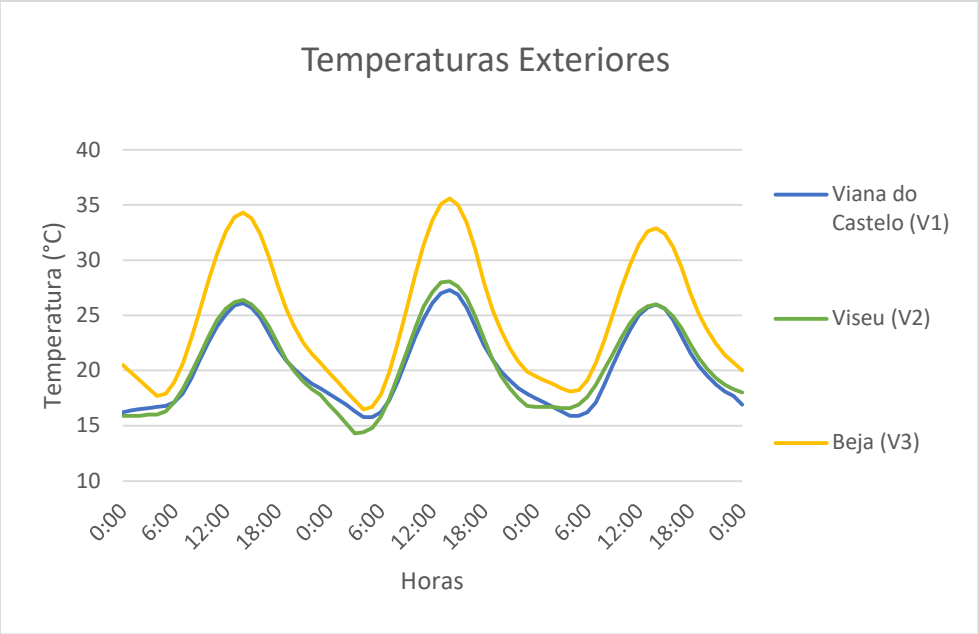


Figura 4.22. - Temperaturas Exteriores das três zonas climáticas consideradas para os três dias típicos

Assim, os resultados dos casos que apresentam desconforto para os 3 dias mais quentes do ano poderiam até não ser significativos para o verão todo, mas quando falamos de dias que ocorrem muitas vezes, uma situação de pequeno desconforto quando repetida demasiadamente gera um grande incômodo e então precisa ser resolvida. Em anexo estão as tabelas com os valores de temperatura exterior e intensidade de radiação solar para as quatro orientações dos 3 dias típicos montados para cada uma das localidades adotadas.

Depois da construção dos 3 dias típicos, foram então analisados todos os cenários com resultado de GHD acima de zero da etapa anterior, com ti automática e dessa vez para os dados dos 3 dias típicos ao invés dos dados dos 3 dias mais quentes. As tabelas 4.7., 4.8. e 4.9. mostram, para cada uma das 3 zonas climáticas, os resultados de GHD das 3 primeiras etapas dos cenários que obtiveram desconforto térmico na etapa anterior.

Tabela 4.7. –Valores de GHD (>26°C) para V1 na terceira etapa

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>26 ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	ti=auto
10%	Inércia Forte	1 Rph	Oeste	0,40	1,22	5,82	0
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	36,98	8,96	0
			Oeste	0,15	29,10	8,65	0,10
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0,88	17,23	0
			Este	0,40	7,26	96,68	10,94
			Sul	0,40	6,53	24,75	12,43
			Oeste	0,40	17,60	-	-
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	81,26	66,03	8,92
			Oeste	0,10	29,22	7,21	0
		4 Rph	Norte	0,40	36,97	1,21	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	13,72	133,92	16,68
			Este	0,40	30,62	258,03	92,59
			Sul	0,40	23,03	142,37	92,83
			Oeste	0,40	39,90	-	178,28
		4 Rph	Oeste	0,40	28,99	24,98	2,42

Tabela 4.8. – Valores de GHD (>27°C) para V2 na terceira etapa

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>27 ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	ti=auto
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	12,18	3,83	0
			Sul	0,15	7,33	0,13	0
			Oeste	0,15	12,82	6,18	0
20%	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,40	0,15	-	1,92
			Sul	0,40	0,09	-	1,82
			Oeste	0,35	0,95	-	8,95
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	46,83	48,17	0,01
			Sul	0,10	8,85	0,10	0
			Oeste	0,10	14,17	5,42	0
		4 Rph	Norte	0,40	20,03	0,79	0
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,40	11,79	247,25	66,46
			Sul	0,40	11,15	-	58,39
			Oeste	0,30	5,56	154,60	25,34
		4 Rph	Este	0,40	1,09	0,35	0
			Sul	0,40	5,55	4,89	0
			Oeste	0,30	2,79	0,24	0

Tabela 4.9. – Valores de GHD (>28°C) para V3 na terceira etapa

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>28 ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	ti=auto
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	11,80	41,76	15,35
			Sul	0,10	0,48	3,60	0
			Oeste	0,10	4,38	13,01	0
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	54,99	114,25	71,15
			Este	0,10	8,77	27,32	0
			Sul	0,10	22,54	43,83	0
			Oeste	0,10	28,04	54,73	16,41
		4 Rph	Norte	0,40	31,02	23,99	0
			Sul	0,10	8,44	1,59	0
			Oeste	0,10	16,27	9,88	0
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,40	1,91	-	-
			Sul	0,40	5,50	-	-
			Oeste	0,25	0,41	-	135,18
		4Rph	Este	0,40	0,32	34,39	1,70
			Sul	0,40	2,28	53,65	0

Nas tabelas 4.7., 4.8. e 4.9. acima, a coluna de $g_{Tmáx}$ da portaria apresenta os valores de fator solar utilizados nas três primeiras etapas de simulações; a coluna dos 3 dias mais quentes e ti=25 ºC apresenta os GHD da primeira etapa; a coluna de 3 dias mais quentes e ti=auto, os resultados de GHD da segunda etapa; e a coluna dos 3 dias típicos e ti=auto, os resultados de GHD da terceira etapa. As células em verde são relativas aos cenários que apresentam GHD igual a zero na terceira etapa, ou seja, conforto térmico. As células em amarelo são relativas aos cenários que apresentam GHD acima de zero – ou um tracinho representando valores indefinidos devido ao facto do programa Lesocool não ter conseguido calcular para ti automática – na terceira etapa. Para esses casos, foi assumido que não se obteve conforto térmico e foram passados para a próxima etapa de simulação.

As células em vermelho, na coluna de fatores solares, são para representar os valores de fatores solares da portaria que precisam ser olhados com mais cuidado relativos aos cenários que geraram desconforto térmico na terceira etapa e vão passar por uma próxima etapa de simulação.

Dessa maneira, os casos que então apresentaram conforto térmico estão resumidos nas tabelas 4.10., 4.11. e 4.12. abaixo.

Tabela 4.10. – Cenários de V1 com GHD (>26°C) igual a zero na terceira etapa

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>26 ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	ti=auto
10%	Inércia Forte	1 Rph	Oeste	0,40	1,22	5,82	0
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	36,98	8,96	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0,88	17,23	0
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Oeste	0,10	29,22	7,21	0
		4 Rph	Norte	0,40	36,97	1,21	0

Tabela 4.11. – Cenários de V2 com GHD (>27°C) igual a zero na terceira etapa

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>27 ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	ti=auto
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	12,18	3,83	0
			Sul	0,15	7,33	0,13	0
			Oeste	0,15	12,82	6,18	0
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Sul	0,10	8,85	0,10	0
			Oeste	0,10	14,17	5,42	0
		4 Rph	Norte	0,40	20,03	0,79	0
	Inércia Forte	4 Rph	Este	0,40	1,09	0,35	0
			Sul	0,40	5,55	4,89	0
			Oeste	0,30	2,79	0,24	0

Tabela 4.12. – Cenários de V3 com GHD (>28°C) igual a zero na terceira etapa

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>28 ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	ti=auto
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Sul	0,10	0,48	3,60	0
			Oeste	0,10	4,38	13,01	0
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,10	8,77	27,32	0
			Sul	0,10	22,54	43,83	0
		4 Rph	Norte	0,40	31,02	23,99	0
			Sul	0,10	8,44	1,59	0
			Oeste	0,10	16,27	9,88	0
	Inércia Forte	4 Rph	Sul	0,40	2,28	53,65	0

Esses casos mostram que, apesar de nas etapas anteriores os resultados proporcionarem uma situação de desconforto térmico interior, os dados analisados estavam a considerar momentos mais extremos do verão que quase não se repetiam. E agora, os resultados para os 3 dias típicos e as temperaturas interiores iniciais automáticas, que refletem valores que representam grande parte dos dias de verão, mostram que, para os cenários acima, há conforto térmico experienciado pelos ocupantes da localidade. Portanto, os casos que apresentaram conforto térmico para as outras etapas, como foram calculados para os dias mais quentes do ano estavam do lado mais desfavorável, ou seja, os valores de fatores solares que são capazes de proteger uma habitação contra o desconforto térmico causado pelo sobreaquecimento nos 3 dias mais quentes do ano, são igualmente capazes de proteger para todos os outros dias menos quentes de verão. Logo, pode-se perceber que a maioria dos valores máximos admissíveis de fator solar estabelecidos [1] conseguem cumprir de forma conservadora o critério de conforto térmico definido nesse trabalho para grande parte dos cenários que representam um comportamento frequente dos dias de verão para as localidades escolhidas.

Entretanto, essa não é a realidade de todos os cenários, para alguns, os cálculos continuaram a obter temperaturas interiores demasiadamente desconfortáveis. O que se trata dos cenários apresentados anteriormente com os valores de GH de desconforto em amarelo nas tabelas 4.7., 4.8. e 4.9. Para tais cenários de desconforto, foi necessário mais uma etapa de simulação, dessa vez a alterar o fator solar de forma iterativa até atingir um valor que configurasse conforto térmico conforme explicado a seguir.

4.3.2.4. Quarta etapa de simulações

Para solucionar os problemas dos casos em que se obtém desconforto térmico mesmo para os dias típicos e temperatura interior inicial automática, testa-se a diminuição dos fatores solares e, consequentemente mitigação dos ganhos solares. Assim, evitar-se-ia o sobreaquecimento deste compartimento para tais circunstâncias e por conseguinte, as temperaturas interiores estariam mais baixas.

Como forma de validação dessa solução, foram então realizados mais estudos paramétricos com valores arbitrados de fator solar menores do que os máximos admissíveis estabelecidos [1] que estavam sendo utilizados anteriormente. Tais cálculos foram realizados iterativamente toda vez que um novo fator solar testado continuava a dar valores de temperaturas interiores indesejadas até que chegasse ao valor que configurava conforto térmico interior. As tabelas com os valores de ganhos solares calculados para os fatores solares adotados estão em anexo.

Assim foi prosseguido o estudo, até que os novos valores de fatores solares máximos entregassem GH de desconforto igual a zero, tais fatores solares seriam os valores sugeridos para serem utilizados de forma a visar o conforto térmico, como mostram as tabelas 4.13., 4.14. e 4.15. abaixo.

Tabela 4.13. – Fatores solares sugeridos para os cenários de V1 de desconforto térmico na terceira etapa, considerando os três dias típicos de Verão

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>26°C) com o g_{Tmax} da Portaria	g_T para o qual GHD(>26ºC)=0
					ti=auto	
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Oeste	0,15	0,10	0,10
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,40	10,94	0,30
			Sul	0,40	12,43	0,30
			Oeste	0,40	-	0,20
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	8,92	0,30
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	16,68	0,45
			Este	0,40	92,59	0,25
			Sul	0,40	92,83	0,20
			Oeste	0,40	178,28	0,15
		4 Rph	Oeste	0,40	2,42	0,35

Tabela 4.14. – Fatores solares sugeridos para os cenários de V2 de desconforto térmico na terceira etapa, considerando os três dias típicos de Verão

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>27°C) com o gTmax da Portaria	gT para o qual GHD(>27ºC)=0
					ti=auto	
20%	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,40	1,92	0,35
			Sul	0,40	1,82	0,35
			Oeste	0,35	8,95	0,30
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	0,01	0,35
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,40	66,46	0,25
			Sul	0,40	58,39	0,25
			Oeste	0,30	25,34	0,20

Tabela 4.15. – Fatores solares sugeridos para os cenários de V3 de desconforto térmico na terceira etapa, considerando os três dias típicos de Verão

Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	$g_{Tmáx}$ da Portaria	GHD (>28°C) com o gTmax da Portaria	gT para o qual GHD(>28ºC)=0
					ti=auto	
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	15,35	0,30
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	71,15	0,15
			Oeste	0,10	16,41	0,05
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,40	-	0,15
			Sul	0,40	-	0,15
			Oeste	0,25	135,18	0,10
		4 Rph	Este	0,40	1,70	0,35

Nas tabelas 4.13., 4.14. e 4.15. acima, a coluna em vermelho apresenta os valores de fator solar da portaria [1] que não resultaram em conforto térmico, a coluna em amarelo apresenta os valores de GHD acima de zero na terceira etapa, e a coluna em verde, os valores de fator solar que resultaram em conforto térmico para cada um desses cenários individualmente.

Para os casos em que aparece um traço no lugar do valor de GHD devido ao facto de o programa Lesocool não ter conseguido calcular a ti automática, não foi possível obter o valor das temperaturas interiores para esses cenários e foi necessário passar os cáculos para o próximo valor de fator solar logo abaixo até que se obtivesse – da mesma forma dos outros casos – GHD igual a zero.

A tabela 4.16. abaixo mostra os valores de fator solar finais encontrados para obtenção de conforto térmico. Os valores em branco são os oficiais [1] a visar a eficiência energética e que também converteram em conforto térmico, já os marcados em amarelo são os novos obtidos pelos cálculos deste presente estudo a visar o conforto térmico, no lugar dos oficiais [1], que para esses cenários não foram adequados para obter conforto térmico.

Como é possível observar, diferentemente da portaria nº 297/2019, a tabela 4.16. divide os valores de fator solar de acordo com os diferentes valores de renovação horária do ar. Isso se deve ao facto de que para diferentes caudais de ventilação, os valores de fator solar que levaram ao conforto térmico serem diferentes em alguns casos, como seria de esperar. Por isso, achou-se prudente apresentar resultados de fatores solares máximos diferentes para os 2 caudais adotados.

Tabela 4.16. – Fatores solares encontrados ao visar o conforto térmico

$g_{Tmáx}$																
		V1														
Inércia Térmica	Aenv/Apav	4%			10%				20%				30%			
	Orientação /Ventilação	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
Fraca	1 Rph	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20	0,40	0,15	0,15	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10
	4 Rph	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20	0,40	0,15	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10	0,10
Forte	1 Rph	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,60	0,30	0,30	0,20	0,45	0,25	0,20	0,15
	4 Rph	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,35
		V2														
Inércia Térmica	Aenv/Apav	4%			10%				20%				30%			
	Orientação /Ventilação	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
Fraca	1 Rph	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,15	0,35	0,10	0,10	0,10
	4 Rph	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10	0,10
Forte	1 Rph	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,35	0,60	0,35	0,35	0,30	0,60	0,25	0,25	0,20
	4 Rph	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,35	0,60	0,40	0,40	0,35	0,60	0,40	0,40	0,30
		V3														
Inércia Térmica	Aenv/Apav	4%			10%				20%				30%			
	Orientação /Ventilação	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
Fraca	1 Rph	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,05
	4 Rph	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,10	0,40	0,10	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10	0,10
Forte	1 Rph	0,60	0,60	0,60	0,60	0,35	0,35	0,30	0,60	0,35	0,35	0,30	0,60	0,15	0,15	0,10
	4 Rph	0,60	0,60	0,60	0,60	0,35	0,35	0,30	0,60	0,35	0,35	0,30	0,60	0,35	0,40	0,25

Com a tabela 4.16. acima, pode-se observar que para todas as 3 zonas climáticas, todos os cenários com áreas pequenas de envidraçados, até 10% da área do pavimento, os fatores solares estabelecidos pela portaria [1] são adequados para conforto térmico. As maiores áreas de envidraçados apresentam mais valores insatisfatórios para o conforto térmico.

A orientação Oeste, como previsível, obteve a maior quantidade de cenários com sobreaquecimento– quando comparado com as outras orientações. Entretanto, os valores de fator solar já não eram altos, justamente pois haviam sido muito bem calculados visando a eficiência energética levando em consideração essa diferença para as outras orientações. Porém aqui, principalmente para as maiores áreas de envidraçados, foi preciso diminuir alguns dos valores de fator solar para combater o desconforto térmico.

Os cenários da orientação Norte que precisaram de ajuste foram pelo motivo de que os valores de fator solar para essa orientação serem muito mais altos do que para as outras orientações. E mesmo diminuindo esses valores para atingir o conforto térmico, ainda assim o fator solar encontrado era maior do que os das outras orientações. O que era de se esperar, já que a intensidade de radiação solar para a orientação Norte é mais baixa que para as outras orientações.

A maioria dos casos que tiveram que ser adotados valores de fator solar menores do que os testados a priori [1] são relativos à ventilação de 1 renovação horária, apenas 2 casos com uma mudança mínima de 0,05 no fator solar foram relativos a 4 renovações horárias. Onde se conclui que quando se consegue

garantir uma ventilação elevada, quase não há problemas de desconforto térmico para os valores iniciais de fator solar [1], os problemas acontecem quando a ventilação não é suficiente para equilibrar o sobreaquecimento interno, por assim dizer.

No sub-capítulo 4.4. será apresentada uma tabela com valores de fator solar baseados nos cálculos realizados no decorrer desse presente trabalho como forma de sugestão para utilização em projetos de edifícios visando o conforto térmico.

4.4. SUGESTÃO DE VALORES MÁXIMOS ADMISSÍVEIS PARA O FATOR SOLAR VISANDO O CONFORTO TÉRMICO

Como se pode observar na Tabela 4.16, se existir uma forte renovação do ar a quase totalidade dos valores do fator solar estabelecidos pela Portaria podem garantir conforto térmico. Assim, construiu-se uma nova tabela, a Tabela 4.17, assumindo uma ventilação de 1 renovação horária, acrescentando notas relativas às situações com ventilação reforçada.

Quanto à inércia, como no presente trabalho foram analisadas com mais detalhe apenas as situações com as inércias mais extremas – inércia fraca e inércia forte – para a sugestão de valores para consulta identificou-se a necessidade de incluir também valores para uma inércia média. Dessa forma, a tabela a sugerir apresentaria maior detalhamento e maior abrangência de cenários. Portanto, tendo em vista que os valores máximos de fator solar para a inércia média precisam estar compreendidos entre os valores máximos para inércia fraca e para inércia forte como mostra a condição abaixo, para todos os cenários em que os valores utilizados inicialmente de fator solar sofreram alteração – sejam relativos à inércia fraca ou à inércia forte – foram também testados, ou seja calculados com o Lesocool, quanto ao conforto térmico, os cenários com os valores de fator solar para inércia média definidos na Portaria.

$$g_{Tmáx(inércia\ fraca)} \leq g_{Tmáx(inércia\ média)} \leq g_{Tmáx(inércia\ forte)}$$

Foi então constatado que para os cenários em que os valores de fator solar máximo admissíveis para inércia forte foram alterados a ponto do seu valor ser menor do que o sugerido para a inércia média do mesmo cenário, então o valor do fator solar máximo admissível para inércia média seguiu o valor máximo obtido nos cálculos para inércia forte salve a exceção de um cenário. Tal cenário foi para V1, orientação Este e Aenv/Apav ≥ 25%, que ao invés de o fator solar assumir o valor de 0,25 como obtido para inércia forte, precisou ser limitado ao valor de 0,20 de forma a obter conforto térmico. Para todos os outros cenários em que os valores de fator solar para inércia forte precisaram ser alterados mas não chegaram a ser menores do que o valor estabelecido [1] para inércia média, o valor para inércia média inicial se manteve de forma a gerar conforto térmico.

Para os cenários em que o fator solar para a inércia fraca foi alterado, concluiu-se que, com a exceção do caso de V3, orientação Norte e Aenv/Apav ≥25%, em que o valor do fator solar, para a inércia média, precisou ser limitado a um valor máximo de 0,20, todos os outros casos, para a inércia média, continuaram a fornecer conforto térmico para o ambiente ao utilizar o valor de fator solar definido pela Portaria [1].

Portanto foi possível elaborar uma tabela com valores de fator solar máximos admissíveis para cenários de inércia média conjuntamente com os valores para as outras inércias apresentados anteriormente. Assim, a tabela 4.17., com os valores finais, mostra também os valores sugeridos para inércia média. Os

valores com fundo em branco são os que foram mantidos e os valores marcados com fundo amarelo são os que foi preciso serem alterados para atingir o conforto térmico.

Tabela 4.17. - Valores de Fator Solar máximos admissíveis sugeridos para projetos de edifícios que visam o conforto térmico (para rph = 1)

Valores admissíveis de $g_{Tmáx}$ para conforto térmico											
	V1										
Aenv/Apav	< 5%	≥ 5% - < 15%			≥ 15% - < 25%			≥ 25%			
Inércia Térmica/Orientação	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E	S	O
Inércia Fraca	0,40	0,40	0,20	0,20	0,40	0,15	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10
Inércia Média	0,40	0,40	0,40	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	0,20	0,15
Inércia Forte	0,60	0,60	0,40	0,40	0,60	0,30	0,20	0,45	0,25	0,20	0,15
	V2										
Aenv/Apav	< 5%	≥ 5% - < 15%			≥ 15% - < 25%			≥ 25%			
Inércia Térmica/Orientação	E-S-O	N	E	O	N	E-S	O	N	E	S	O
Inércia Fraca	0,40	0,40	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,35	0,10	0,10	0,10
Inércia Média	0,40	0,40	0,40	0,15	0,40	0,30	0,15	0,40	0,25	0,25	0,15
Inércia Forte	0,60	0,60	0,40	0,35	0,60	0,35	0,30	0,60	0,25	0,25	0,20
	V3										
Aenv/Apav	< 5%	≥ 5% - < 15%			≥ 15% - < 25%			≥ 25%			
Inércia Térmica/Orientação	E-S-O	N	E	O	N	E-S	O	N	E	S	O
Inércia Fraca	0,40	0,40	0,20	0,10	0,30	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,05
Inércia Média	0,40	0,40	0,35	0,15	0,40	0,25	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10
Inércia Forte	0,60	0,60	0,35	0,30	0,60	0,35	0,30	0,60	0,15	0,15	0,10

Nota: Caso seja possível garantir uma ventilação de 4 renovações horárias do ar, os valores da Portaria nº297/2019 podem ser utilizados, à exceção dos dois casos seguintes: 1) V1, Aenv/Apav maior que 25%, inércia forte, orientação Oeste, em que o fator solar máximo deve ser de 0,35; 2) V3, Aenv/Apav maior que 25%, inércia forte, orientação Este, em que o fator solar máximo deve ser de 0,35.

5
CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todos os estudos na área, observou-se a necessidade de avaliar de forma mais específica a influência dos vãos envidraçados no conforto térmico interior dos edifícios. Nomeadamente, definir valores máximos admissíveis de fator solar para utilização em projetos de edifícios novos e reabilitações visando o conforto térmico dos mesmos. Tais valores já existem, porém de forma a visar a eficiência energética.

Um compartimento fictício foi definido e analisado utilizando dados climáticos de três localidades reais, situadas em cada uma das três zonas climáticas de Verão de Portugal, e as temperaturas interiores obtidas com esse estudo foram avaliadas quanto ao conforto térmico. O estudo consistiu em variar os parâmetros relativos a zona climática, orientação do envidraçado, inércia térmica, percentagem de área do envidraçado em relação à área do pavimento e ventilação, calcular os ganhos solares e usar o programa Lesocool para calcular as temperaturas interiores resultantes de cada um dos cenários gerados por combinações entre esses parâmetros.

Tendo em vista que o conceito de conforto térmico é muito amplo e depende de diversas variáveis, foi escolhido então um critério como forma de avaliação. Ao aplicar o critério definido, foram testados os fatores solares admissíveis estabelecidos pela Portaria nº 297/2019 – que na sua origem, foram obtidos de maneira a alcançar eficiência energética – de forma a verificar se tais valores poderiam ser também sugeridos para o objetivo de proporcionar conforto térmico.

Antes de aplicar o critério para avaliar os resultados quanto ao conforto térmico, foi observado o efeito que cada um dos parâmetros exercia sobre os resultados de temperatura interior. Assim, quando chegada a hora de analisar o conforto térmico, se teria um conhecimento prévio sobre a possível influência nos resultados sob mudança desses parâmetros. A partir dessas análises foi possível perceber que, a temperatura interior alterava-se de acordo com a mudança dos parâmetros que são diretamente proporcionais aos ganhos solares como a área do envidraçado, o fator solar e a intensidade da radiação solar, que por sua vez depende da zona climática, orientação do envidraçado e a hora do dia. Em outras palavras, quanto mais elevados os ganhos solares maiores as temperaturas interiores.

Entre as zonas climáticas, V3 é a que apresenta as temperaturas exteriores mais altas, enquanto que entre V2 e V1 não diferem muito, mas V2 ainda apresentando temperaturas ligeiramente mais altas que V1. E como existe troca de calor pela envolvente, quanto maior a temperatura exterior, maior a temperatura interior do compartimento, logo comprovou-se que as temperaturas interiores em V3 eram as mais altas entre as três zonas e em V1, as mais baixas.

E como era de se esperar, a orientação que apresentou maior intensidade de radiação solar, a Oeste, foi a que provocou maior sobreaquecimento do ambiente interior, já que os ganhos solares são diretamente proporcionais à intensidade da radiação solar. Logo em seguida, as temperaturas interiores intermediárias foram para as orientações Este e Sul enquanto que a orientação Norte foi a que apresentou temperaturas interiores mais amenas.

Mais um parâmetro que influencia diretamente na temperatura interior é a área do envidraçado. Os ganhos solares acontecem majoritariamente através dos vãos envidraçados, já que normalmente a parte da envolvente opaca apresenta uma muito maior resistência à transferência do calor proveniente da radiação solar. Logo, quanto maior a área do envidraçado, maior a parcela de ganhos solares e, por consequência, maiores as temperaturas interiores. Isso foi comprovado mostrando que, quando a área do envidraçado era de 30% da área do pavimento, as temperaturas interiores eram sempre mais altas do que para 20% e assim sucessivamente até a percentagem mais baixa de 4% que apresentou as temperaturas interiores mais amenas entre todas as diferentes frações de área de envidraçado por área do pavimento.

A inércia térmica também tem um grande papel no resultado das temperaturas interiores. Se aliada à ventilação, notou-se que quando a inércia é baixa - o que resulta em grandes oscilações nos valores das temperaturas interiores entre as diferentes horas do dia - combinada com uma alta ventilação nas horas de temperatura exterior mais baixa (sobretudo à noite), o calor de dentro do compartimento é eficientemente liberado aumentando ainda mais a diferença entre a maior e a menor temperatura do compartimento durante o dia, porém no geral diminuindo um pouco todas as temperaturas interiores até dos horários mais quentes. Com uma inércia forte, a temperatura interior tende a ser mais baixa e mais estável. No entanto, a quantidade de calor armazenado nos elementos de construção é muito elevado, pelo que a ventilação quase não influencia nos resultados das horas mais quentes do dia, sendo mais difícil arrefecer o espaço interior.

O processo de avaliação passou por quatro etapas. Na primeira delas, para as três zonas climáticas foram considerados os dados referentes aos três dias mais quentes do ano – individualmente para cada uma das três localidades - e com uma temperatura interior inicial predefinida no valor de 25 ºC, que o regulamento [6] considera como uma temperatura agradável para se ter no interior de um compartimento. No decorrer do estudo paramétrico, foi notado que a grande maioria dos valores do fator solar, definidos pela Portaria nº 297/2019, estavam aptos a ser aproveitados para o novo fim, e apenas uma pequena minoria precisava ser reavaliada de forma a encontrar novos valores condizentes com o objetivo pretendido.

Dentre os valores que foram aceitos, estão todos os casos em que os vãos envidraçados apresentam áreas pequenas de até 15% da área do pavimento, que no geral condizem com as construções mais antigas. Já as construções mais recentes vêm adotando grandes áreas de envidraçados nos alçados e tais casos são mais preocupantes em relação ao sobreaquecimento dos ambientes interiores. Como é possível notar na tabela 4.17. sugerida na secção 4.4, as maiores frações de áreas de envidraçado por área de pavimento, $\geq 25\%$, são as que apresentam fatores solares máximos admissíveis mais baixos de todas. Isso mostra que a área do envidraçado é diretamente proporcional à influência que este elemento tem no risco de sobreaquecimento do ambiente interior.

Também foi notado que os cenários com inércia forte, como tendencialmente apresentam picos de temperatura interior mais baixos do que os cenários com inércia fraca, apresentaram mais casos de conforto térmico na primeira etapa. Principalmente os que, entre eles, também foram testados para uma ventilação de quatro renovações horarias do ar. Este caudal mais elevado de ventilação também foi responsável por uma maior quantidade de cenários de inércia fraca apresentando conforto térmico nessa

etapa, isso porque, como observado no capítulo 4, o aumento da ventilação gera diferenças mais relevantes em cenários que a inércia é mais fraca sendo mais fácil o arrefecimento.

Relativamente às orientações, confirmou-se que a orientação Oeste é a que obteve mais casos de desconforto térmico como esperado, já que era também a orientação que apresentava temperaturas interiores mais altas quando comparados valores de fator solar iguais. E que, mesmo quando os fatores solares testados já eram mais altos ou iguais para Norte do que para as outras orientações, a quantidade de cenários na primeira etapa com conforto térmico a Norte não foi inferior às outras orientações.

Após a segunda etapa ainda restavam uma quantidade relevante de casos a gerar desconforto, portanto foi necessário prosseguir para uma diferente forma de simular na terceira etapa. Como para as etapas seguintes seria preciso testar valores de fator solar mais baixos quanto ao conforto térmico, com o fim de serem sugeridos para utilização em projetos, decidiu-se que fossem avaliados para dados de dias típicos da estação de arrefecimento, uma vez que estes representariam a maior parte do período do verão e não apenas um extremo ocasional. Portanto, para a terceira etapa foram definidos dias típicos de verão para as três localidades. Os resultados desta etapa mostraram que realmente os valores de graus hora de desconforto para os três dias mais quentes do ano estavam muito acima dos valores de graus hora de desconforto para os dias típicos.

Enquanto que uma solução construtiva mais conservadora adotada a partir da análise de dias mais quentes poderia proteger um edifício de sobreaquecimento de forma mais eficaz, uma solução que visa os dias que ocorrem com mais frequência garantiria conforto térmico para o mesmo edifício para uma enorme maioria dos dias da estação de arrefecimento deixando de fora apenas uma quantidade de horas pouco significativa com desconforto térmico e possibilitando assim uma maior flexibilidade de soluções, tecnologias e custos de construção na hora do planejamento.

Entretanto, a terceira etapa não foi suficiente para que todos os cenários simulados alcançassem o conforto térmico, ainda havia uma quantidade razoável de casos onde existiam graus hora de desconforto para o interior do compartimento. Com isso, foi necessário uma quarta etapa para recalcular as temperaturas interiores, dessa vez diminuindo os valores de fator solar dos casos de desconforto, que significa diminuir a fração de calor que passa para o interior do compartimento através do vão envidraçado. Logo, os ganhos solares seriam menores e por consequência também seriam as temperturas interiores. Mesmo os valores da Portaria nº 297/2019 tendo sido calculados e avaliados muito cuidadosamente e serem de grande utilidade como fonte de consulta, eles foram idealizados de maneira a visar a eficiência energética, e como nesse trabalho o objetivo é obter conforto térmico, é natural que os valores de fator solar não sejam precisamente iguais e alguns precisassem de alteração.

A tabela 4.17 dos valores finais sugeridos pode servir como fonte de utilização por engenheiros e arquitetos projetistas com o objetivo de alcançar conforto térmico em suas conceções. Tal tabela foi concebida através do processo descrito ao longo de todo esse presente trabalho de maneira minuciosa. Sua veracidade baseia-se no facto de os valores encontrados terem sido testados para diversas localidades, orientações, inércias térmicas, áreas de vãos envidraçados e caudais de ventilação. Os valores nela contidos não têm a pretensão de servir como valores de natureza regulamentar, mas apenas como valores máximos recomendados para a fase de projeto de edifícios.

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Com isso, nota-se a importância de se dimensionar da forma mais consciente e adequada possível na etapa de conceção do projeto. Este trabalho não tem como objetivo tentar reverter a opção por grandes envidraçados que se tem seguido, mas fazer notar que para cada projeto, ao se tomar a escolha de se

adotar essas grandes áreas, se torna necessário seguir mais uma série de adaptações de soluções construtivas para que se consiga obter conforto térmico no final. Nomeadamente, um fator solar adequado, proteções solares, orientação solar do envidraçado adequada, inércia térmica do edifício e ventilação do compartimento, para cada zona climática em questão.

Por fim, fica a sugestão de utilizar esse trabalho como material para aumentar a abrangênca de resultados para o conforto térmico por meio de avaliar valores de fator solar para diferentes renovações horárias de ar – além de 1 Rph e 4 Rph –, e para compartimentos com mais de uma parede exterior e vãos envidraçados nas paredes com diferentes orientações combinadas. Ao obter resultados para mais cenários, é possível obter uma precisão ainda maior e complementar os valores do fator solar encontrados nesse trabalho para um melhor auxílio aos projetistas que venham a utilizá-los como referência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Portaria nº. 297/2019. Diário da República, 1ª série – Nº. 172 – 9 de setembro de 2019. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.

[2] ANSI/ASHRAE Standard 55 - *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA, 2010.

[3] Frota, A., Schiffer, S. *Manual de Conforto Térmico: arquitetura, urbanismo. 5. ed.* Studio Nobel, São Paulo, 2001. ISBN 85-85445-39-4

[4] Oliveira, M. *Avaliação do risco de sobreaquecimento em edifícios: casos de estudo.* Dissertação de Mestrado, FEUP, 2017.

[5] Freitas, V., Almeida, R. *Avaliação da qualidade do ambiente interior: Conforto Térmico e Qualidade do ar interior*. 2009.

[6] Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto de 2013 - *Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (SCE:REH e RECS).*

[7] ISO 7730, *Ergonomics of the thermal environment analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria* ISO 7730: 2005, ISO, 2005

[8] https://www.simscale.com/blog/2019/09/what-is-pmv-ppd/. Acedido a 15 de Junho de 2021.

[9] LNEC – ITE 50 - *Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios*. Lisboa: LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006.

[10] Despacho (extrato) nº15793-K/2013 – *Parâmetros Térmicos*, D.R.n, 3º Suplemento, serie II and d. 3 de Dezembro de 2013.

[11] Gonçalves, H., Graça, J. *Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal.* Lisboa: DGGE/IP-3E, 1998. ISBN 972-8268-34-3.

[12] Despacho (extrato) nº15793-F/2013 – *Parâmetros para Zoneamento Climático*, D.R.n, 3º Suplemento, serie II and d. 3 de Dezembro de 2013.

ANEXOS

Tabela 6.1. – Valores de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V1 nos três dias mais quentes do ano

Mês	Dia	Hora	Temp	Rad N	Rad E	Rad S	Rad O
7	20	1	17	0	0	0	0
7	20	2	15,8	0	0	0	0
7	20	3	14,7	0	0	0	0
7	20	4	13,6	0	0	0	0
7	20	5	13,6	2	2	2	2
7	20	6	14,2	148	315	38	38
7	20	7	15,7	197	659	72	72
7	20	8	17,8	142	673	121	110
7	20	9	20,4	138	671	233	138
7	20	10	23,2	150	612	341	150
7	20	11	26	162	464	425	162
7	20	12	28,6	156	266	471	156
7	20	13	30,7	177	177	467	285
7	20	14	32	157	157	425	466
7	20	15	32,3	127	127	336	652
7	20	16	31,9	118	118	218	752
7	20	17	30,4	133	102	111	743
7	20	18	28,3	204	68	68	719
7	20	19	25,5	165	38	38	363
7	20	20	22,8	2	2	2	2
7	20	21	20,8	0	0	0	0
7	20	22	19,1	0	0	0	0
7	20	23	17,9	0	0	0	0
7	20	24	16,9	0	0	0	0
7	21	1	16,7	0	0	0	0
7	21	2	16,5	0	0	0	0
7	21	3	16,4	0	0	0	0
7	21	4	16,2	0	0	0	0
7	21	5	16,2	3	5	0	0
7	21	6	16,6	84	178	23	23
7	21	7	17,7	151	465	62	62
7	21	8	19,4	105	264	95	85
7	21	9	21,3	126	366	189	126
7	21	10	23,4	149	335	246	149
7	21	11	25,5	169	334	318	169
7	21	12	27,5	157	256	416	157
7	21	13	29,1	159	159	414	257
7	21	14	30	162	162	355	379
7	21	15	30,3	139	139	300	509
7	21	16	30	114	114	203	614
7	21	17	28,9	117	94	104	329
7	21	18	27,2	97	52	52	220
7	21	19	25,2	41	12	12	85
7	21	20	23,1	0	0	0	1
7	21	21	21,6	0	0	0	0
7	21	22	20,3	0	0	0	0
7	21	23	19,4	0	0	0	0
7	21	24	18,7	0	0	0	0
7	22	1	17,8	0	0	0	0
7	22	2	16,9	0	0	0	0
7	22	3	16	0	0	0	0
7	22	4	15,1	0	0	0	0
7	22	5	15,1	2	2	1	1
7	22	6	15,6	148	320	38	38
7	22	7	16,7	182	536	81	81
7	22	8	18,4	137	715	119	108
7	22	9	20,5	120	756	225	120
7	22	10	22,7	130	653	344	130
7	22	11	24,9	160	470	433	160
7	22	12	26,9	181	290	476	181
7	22	13	28,6	167	167	478	277
7	22	14	29,6	140	140	434	475
7	22	15	29,9	162	162	350	599
7	22	16	29,6	126	126	230	732
7	22	17	28,4	124	96	105	800
7	22	18	26,7	199	71	71	701
7	22	19	24,5	171	37	37	385
7	22	20	22,4	1	1	1	1
7	22	21	20,8	0	0	0	0
7	22	22	19,5	0	0	0	0
7	22	23	18,5	0	0	0	0
7	22	24	17,7	0	0	0	0
7	23	1	17,5	0	0	0	0

Tabela 6.2. – Valores de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V2 nos três dias mais quentes do ano

Mês	Dia	Hora	Temp	Rad N	Rad E	Rad S	Rad O
8	11	1	18,5	0	0	0	0
8	11	2	18	0	0	0	0
8	11	3	17,5	0	0	0	0
8	11	4	17,1	0	0	0	0
8	11	5	16,6	0	0	0	0
8	11	6	16,8	28	44	16	16
8	11	7	17,7	105	266	64	64
8	11	8	19,4	102	571	134	97
8	11	9	21,6	119	654	256	119
8	11	10	24,2	110	665	390	110
8	11	11	26,9	155	445	452	155
8	11	12	29,3	158	267	501	158
8	11	13	31,1	171	171	483	277
8	11	14	32,3	161	161	444	437
8	11	15	32,5	138	138	371	588
8	11	16	32	109	109	258	720
8	11	17	30,8	99	94	132	615
8	11	18	28,8	102	64	64	241
8	11	19	26,4	31	17	17	53
8	11	20	24,2	0	0	0	0
8	11	21	22,6	0	0	0	0
8	11	22	21,3	0	0	0	0
8	11	23	20,3	0	0	0	0
8	11	24	19,5	0	0	0	0
8	12	1	19,2	0	0	0	0
8	12	2	18,9	0	0	0	0
8	12	3	18,7	0	0	0	0
8	12	4	18,4	0	0	0	0
8	12	5	18,1	0	0	0	0
8	12	6	18,3	33	54	18	18
8	12	7	19,1	131	610	56	56
8	12	8	20,5	79	842	117	76
8	12	9	22,4	113	709	264	113
8	12	10	24,7	105	682	399	105
8	12	11	27	161	445	455	161
8	12	12	29,1	166	275	502	166
8	12	13	30,7	155	155	515	266
8	12	14	31,7	143	143	473	461
8	12	15	31,9	152	152	367	553
8	12	16	31,5	139	139	253	518
8	12	17	30,4	115	110	147	361
8	12	18	28,7	65	58	58	65
8	12	19	26,6	79	18	18	214
8	12	20	24,8	0	0	0	0
8	12	21	23,3	0	0	0	0
8	12	22	22,2	0	0	0	0
8	12	23	21,3	0	0	0	0
8	12	24	20,6	0	0	0	0
8	13	1	19,7	0	0	0	0
8	13	2	18,9	0	0	0	0
8	13	3	18	0	0	0	0
8	13	4	17,1	0	0	0	0
8	13	5	16,2	0	0	0	0
8	13	6	16,4	85	239	18	18
8	13	7	17,2	135	705	54	54
8	13	8	18,6	88	768	129	85
8	13	9	20,6	126	654	269	126
8	13	10	22,9	149	582	382	149
8	13	11	25,2	174	442	454	174
8	13	12	27,3	140	255	538	140
8	13	13	28,9	146	146	534	260
8	13	14	30	147	147	480	465
8	13	15	30,1	151	151	380	574
8	13	16	29,7	113	113	271	729
8	13	17	28,6	97	93	136	686
8	13	18	26,9	137	52	52	739
8	13	19	24,8	93	18	18	268
8	13	20	22,9	0	0	0	0
8	13	21	21,5	0	0	0	0
8	13	22	20,3	0	0	0	0
8	13	23	19,4	0	0	0	0
8	13	24	18,7	0	0	0	0
8	14	1	18,4	0	0	0	0

Tabela 6.3. – Valores de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V3 nos três dias mais quentes do ano

Mês	Dia	Hora	Temp	Rad N	Rad E	Rad S	Rad O
8	22	1	20,3	0	0	0	0
8	22	2	19,7	0	0	0	0
8	22	3	19,2	0	0	0	0
8	22	4	18,7	0	0	0	0
8	22	5	18,1	0	0	0	0
8	22	6	18,3	13	13	12	12
8	22	7	19,5	112	549	59	59
8	22	8	21,7	89	777	149	89
8	22	9	24,5	131	701	291	131
8	22	10	27,7	121	685	418	121
8	22	11	31,1	174	479	494	174
8	22	12	34	158	275	551	158
8	22	13	36,4	127	127	563	251
8	22	14	38	166	166	498	482
8	22	15	38,5	136	136	415	661
8	22	16	37,9	111	111	291	789
8	22	17	36,2	94	94	153	737
8	22	18	33,6	113	58	58	577
8	22	19	30,5	12	11	11	12
8	22	20	27,8	0	0	0	0
8	22	21	25,7	0	0	0	0
8	22	22	24	0	0	0	0
8	22	23	22,8	0	0	0	0
8	22	24	21,7	0	0	0	0
8	23	1	20,9	0	0	0	0
8	23	2	20,1	0	0	0	0
8	23	3	19,3	0	0	0	0
8	23	4	18,5	0	0	0	0
8	23	5	17,7	0	0	0	0
8	23	6	17,9	13	13	11	11
8	23	7	19,2	114	434	68	68
8	23	8	21,6	105	713	168	105
8	23	9	24,6	127	770	306	127
8	23	10	28,1	136	684	430	136
8	23	11	31,7	138	500	523	138
8	23	12	34,9	138	260	573	138
8	23	13	37,5	138	138	573	260
8	23	14	39,3	138	138	523	500
8	23	15	39,8	136	136	430	684
8	23	16	39,1	127	127	306	770
8	23	17	37,2	105	105	168	713
8	23	18	34,4	114	68	68	434
8	23	19	31,1	12	11	11	12
8	23	20	28,2	0	0	0	0
8	23	21	25,9	0	0	0	0
8	23	22	24,1	0	0	0	0
8	23	23	22,7	0	0	0	0
8	23	24	21,6	0	0	0	0
8	24	1	20,8	0	0	0	0
8	24	2	20	0	0	0	0
8	24	3	19,2	0	0	0	0
8	24	4	18,4	0	0	0	0
8	24	5	17,7	0	0	0	0
8	24	6	17,9	11	27	5	5
8	24	7	19,1	79	262	50	50
8	24	8	21,4	84	626	142	84
8	24	9	24,2	121	575	260	121
8	24	10	27,5	159	451	333	159
8	24	11	31	151	442	463	151
8	24	12	34	168	274	489	168
8	24	13	36,5	161	161	504	269
8	24	14	38,2	152	152	461	441
8	24	15	38,6	125	125	394	615
8	24	16	38	93	93	283	787
8	24	17	36,2	95	95	136	307
8	24	18	33,6	66	46	46	142
8	24	19	30,4	2	1	1	5
8	24	20	27,6	0	0	0	0
8	24	21	25,4	0	0	0	0
8	24	22	23,8	0	0	0	0
8	24	23	22,4	0	0	0	0
8	24	24	21,4	0	0	0	0
8	25	1	20,3	0	0	0	0

Tabela 6.4. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Norte nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Norte [W]					
					Inércia Fraca			Inércia Forte		
					Aenv/Apav					
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad N	10% gT=0,40	20% gT=0,40	30% gT=0,40	10% gT=0,60	20% gT=0,60	30% gT=0,60
7	20	1	170	0	0	0	0	0	0	0
7	20	2	158	0	0	0	0	0	0	0
7	20	3	147	0	0	0	0	0	0	0
7	20	4	136	0	0	0	0	0	0	0
7	20	5	136	2	1,6	3,2	4,8	2,4	4,8	7,2
7	20	6	142	148	118,4	236,8	355,2	177,6	355,2	532,8
7	20	7	157	197	157,6	315,2	472,8	236,4	472,8	709,2
7	20	8	178	142	113,6	227,2	340,8	170,4	340,8	511,2
7	20	9	204	138	110,4	220,8	331,2	165,6	331,2	496,8
7	20	10	232	150	120	240	360	180	360	540
7	20	11	260	162	129,6	259,2	388,8	194,4	388,8	583,2
7	20	12	286	156	124,8	249,6	374,4	187,2	374,4	561,6
7	20	13	307	177	141,6	283,2	424,8	212,4	424,8	637,2
7	20	14	320	157	125,6	251,2	376,8	188,4	376,8	565,2
7	20	15	323	127	101,6	203,2	304,8	152,4	304,8	457,2
7	20	16	319	118	94,4	188,8	283,2	141,6	283,2	424,8
7	20	17	304	133	106,4	212,8	319,2	159,6	319,2	478,8
7	20	18	283	204	163,2	326,4	489,6	244,8	489,6	734,4
7	20	19	255	165	132	264	396	198	396	594
7	20	20	228	2	1,6	3,2	4,8	2,4	4,8	7,2
7	20	21	208	0	0	0	0	0	0	0
7	20	22	191	0	0	0	0	0	0	0
7	20	23	179	0	0	0	0	0	0	0
7	20	24	169	0	0	0	0	0	0	0
7	21	1	167	0	0	0	0	0	0	0
7	21	2	165	0	0	0	0	0	0	0
7	21	3	164	0	0	0	0	0	0	0
7	21	4	162	0	0	0	0	0	0	0
7	21	5	162	3	2,4	4,8	7,2	3,6	7,2	10,8
7	21	6	166	84	67,2	134,4	201,6	100,8	201,6	302,4
7	21	7	177	151	120,8	241,6	362,4	181,2	362,4	543,6
7	21	8	194	105	84	168	252	126	252	378
7	21	9	213	126	100,8	201,6	302,4	151,2	302,4	453,6
7	21	10	234	149	119,2	238,4	357,6	178,8	357,6	536,4
7	21	11	255	169	135,2	270,4	405,6	202,8	405,6	608,4
7	21	12	275	157	125,6	251,2	376,8	188,4	376,8	565,2
7	21	13	291	159	127,2	254,4	381,6	190,8	381,6	572,4
7	21	14	300	162	129,6	259,2	388,8	194,4	388,8	583,2
7	21	15	303	139	111,2	222,4	333,6	166,8	333,6	500,4
7	21	16	300	114	91,2	182,4	273,6	136,8	273,6	410,4
7	21	17	289	117	93,6	187,2	280,8	140,4	280,8	421,2
7	21	18	272	97	77,6	155,2	232,8	116,4	232,8	349,2
7	21	19	252	41	32,8	65,6	98,4	49,2	98,4	147,6
7	21	20	231	0	0	0	0	0	0	0
7	21	21	216	0	0	0	0	0	0	0
7	21	22	203	0	0	0	0	0	0	0
7	21	23	194	0	0	0	0	0	0	0
7	21	24	187	0	0	0	0	0	0	0
7	22	1	178	0	0	0	0	0	0	0
7	22	2	169	0	0	0	0	0	0	0
7	22	3	160	0	0	0	0	0	0	0
7	22	4	151	0	0	0	0	0	0	0
7	22	5	151	2	1,6	3,2	4,8	2,4	4,8	7,2
7	22	6	156	148	118,4	236,8	355,2	177,6	355,2	532,8
7	22	7	167	182	145,6	291,2	436,8	218,4	436,8	655,2
7	22	8	184	137	109,6	219,2	328,8	164,4	328,8	493,2
7	22	9	205	120	96	192	288	144	288	432
7	22	10	227	130	104	208	312	156	312	468
7	22	11	249	160	128	256	384	192	384	576
7	22	12	269	181	144,8	289,6	434,4	217,2	434,4	651,6
7	22	13	286	167	133,6	267,2	400,8	200,4	400,8	601,2
7	22	14	296	140	112	224	336	168	336	504
7	22	15	299	162	129,6	259,2	388,8	194,4	388,8	583,2
7	22	16	296	126	100,8	201,6	302,4	151,2	302,4	453,6
7	22	17	284	124	99,2	198,4	297,6	148,8	297,6	446,4
7	22	18	267	199	159,2	318,4	477,6	238,8	477,6	716,4
7	22	19	245	171	136,8	273,6	410,4	205,2	410,4	615,6
7	22	20	224	1	0,8	1,6	2,4	1,2	2,4	3,6
7	22	21	208	0	0	0	0	0	0	0
7	22	22	195	0	0	0	0	0	0	0
7	22	23	185	0	0	0	0	0	0	0
7	22	24	177	0	0	0	0	0	0	0
7	23	1	175	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.5. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Este nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Este [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad E	4%	10%	20%	30%	4%	10%	20%	30%
					gT=0,40	gT=0,20	gT=0,15	gT=0,10	gT=0,60	gT=0,40	gT=0,40	gT=0,40
7	20	1	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	2	158	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	3	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	4	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	5	136	2	0,64	0,8	1,2	1,2	0,96	1,6	3,2	4,8
7	20	6	142	315	100,8	126	189	189	151,2	252	504	756
7	20	7	157	659	210,88	263,6	395,4	395,4	316,32	527,2	1054,4	1581,6
7	20	8	178	673	215,36	269,2	403,8	403,8	323,04	538,4	1076,8	1615,2
7	20	9	204	671	214,72	268,4	402,6	402,6	322,08	536,8	1073,6	1610,4
7	20	10	232	612	195,84	244,8	367,2	367,2	293,76	489,6	979,2	1468,8
7	20	11	260	464	148,48	185,6	278,4	278,4	222,72	371,2	742,4	1113,6
7	20	12	286	266	85,12	106,4	159,6	159,6	127,68	212,8	425,6	638,4
7	20	13	307	177	56,64	70,8	106,2	106,2	84,96	141,6	283,2	424,8
7	20	14	320	157	50,24	62,8	94,2	94,2	75,36	125,6	251,2	376,8
7	20	15	323	127	40,64	50,8	76,2	76,2	60,96	101,6	203,2	304,8
7	20	16	319	118	37,76	47,2	70,8	70,8	56,64	94,4	188,8	283,2
7	20	17	304	102	32,64	40,8	61,2	61,2	48,96	81,6	163,2	244,8
7	20	18	283	68	21,76	27,2	40,8	40,8	32,64	54,4	108,8	163,2
7	20	19	255	38	12,16	15,2	22,8	22,8	18,24	30,4	60,8	91,2
7	20	20	228	2	0,64	0,8	1,2	1,2	0,96	1,6	3,2	4,8
7	20	21	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	22	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	23	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	24	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	1	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	2	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	3	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	4	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	5	162	5	1,6	2	3	3	2,4	4	8	12
7	21	6	166	178	56,96	71,2	106,8	106,8	85,44	142,4	284,8	427,2
7	21	7	177	465	148,8	186	279	279	223,2	372	744	1116
7	21	8	194	264	84,48	105,6	158,4	158,4	126,72	211,2	422,4	633,6
7	21	9	213	366	117,12	146,4	219,6	219,6	175,68	292,8	585,6	878,4
7	21	10	234	335	107,2	134	201	201	160,8	268	536	804
7	21	11	255	334	106,88	133,6	200,4	200,4	160,32	267,2	534,4	801,6
7	21	12	275	256	81,92	102,4	153,6	153,6	122,88	204,8	409,6	614,4
7	21	13	291	159	50,88	63,6	95,4	95,4	76,32	127,2	254,4	381,6
7	21	14	300	162	51,84	64,8	97,2	97,2	77,76	129,6	259,2	388,8
7	21	15	303	139	44,48	55,6	83,4	83,4	66,72	111,2	222,4	333,6
7	21	16	300	114	36,48	45,6	68,4	68,4	54,72	91,2	182,4	273,6
7	21	17	289	94	30,08	37,6	56,4	56,4	45,12	75,2	150,4	225,6
7	21	18	272	52	16,64	20,8	31,2	31,2	24,96	41,6	83,2	124,8
7	21	19	252	12	3,84	4,8	7,2	7,2	5,76	9,6	19,2	28,8
7	21	20	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	21	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	22	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	23	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	24	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	1	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	2	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	3	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	4	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	5	151	2	0,64	0,8	1,2	1,2	0,96	1,6	3,2	4,8
7	22	6	156	320	102,4	128	192	192	153,6	256	512	768
7	22	7	167	536	171,52	214,4	321,6	321,6	257,28	428,8	857,6	1286,4
7	22	8	184	715	228,8	286	429	429	343,2	572	1144	1716
7	22	9	205	756	241,92	302,4	453,6	453,6	362,88	604,8	1209,6	1814,4
7	22	10	227	653	208,96	261,2	391,8	391,8	313,44	522,4	1044,8	1567,2
7	22	11	249	470	150,4	188	282	282	225,6	376	752	1128
7	22	12	269	290	92,8	116	174	174	139,2	232	464	696
7	22	13	286	167	53,44	66,8	100,2	100,2	80,16	133,6	267,2	400,8
7	22	14	296	140	44,8	56	84	84	67,2	112	224	336
7	22	15	299	162	51,84	64,8	97,2	97,2	77,76	129,6	259,2	388,8
7	22	16	296	126	40,32	50,4	75,6	75,6	60,48	100,8	201,6	302,4
7	22	17	284	96	30,72	38,4	57,6	57,6	46,08	76,8	153,6	230,4
7	22	18	267	71	22,72	28,4	42,6	42,6	34,08	56,8	113,6	170,4
7	22	19	245	37	11,84	14,8	22,2	22,2	17,76	29,6	59,2	88,8
7	22	20	224	1	0,32	0,4	0,6	0,6	0,48	0,8	1,6	2,4
7	22	21	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	22	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	23	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	24	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	23	1	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.6. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Sul nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Sul [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad S	4%	10%	20%	30%	4%	10%	20%	30%
					gT=0,40	gT=0,20	gT=0,15	gT=0,10	gT=0,60	gT=0,40	gT=0,40	gT=0,40
7	20	1	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	2	158	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	3	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	4	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	5	136	2	0,64	0,8	1,2	1,2	0,96	1,6	3,2	4,8
7	20	6	142	38	12,16	15,2	22,8	22,8	18,24	30,4	60,8	91,2
7	20	7	157	72	23,04	28,8	43,2	43,2	34,56	57,6	115,2	172,8
7	20	8	178	121	38,72	48,4	72,6	72,6	58,08	96,8	193,6	290,4
7	20	9	204	233	74,56	93,2	139,8	139,8	111,84	186,4	372,8	559,2
7	20	10	232	341	109,12	136,4	204,6	204,6	163,68	272,8	545,6	818,4
7	20	11	260	425	136	170	255	255	204	340	680	1020
7	20	12	286	471	150,72	188,4	282,6	282,6	226,08	376,8	753,6	1130,4
7	20	13	307	467	149,44	186,8	280,2	280,2	224,16	373,6	747,2	1120,8
7	20	14	320	425	136	170	255	255	204	340	680	1020
7	20	15	323	336	107,52	134,4	201,6	201,6	161,28	268,8	537,6	806,4
7	20	16	319	218	69,76	87,2	130,8	130,8	104,64	174,4	348,8	523,2
7	20	17	304	111	35,52	44,4	66,6	66,6	53,28	88,8	177,6	266,4
7	20	18	283	68	21,76	27,2	40,8	40,8	32,64	54,4	108,8	163,2
7	20	19	255	38	12,16	15,2	22,8	22,8	18,24	30,4	60,8	91,2
7	20	20	228	2	0,64	0,8	1,2	1,2	0,96	1,6	3,2	4,8
7	20	21	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	22	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	23	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	24	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	1	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	2	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	3	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	4	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	5	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	6	166	23	7,36	9,2	13,8	13,8	11,04	18,4	36,8	55,2
7	21	7	177	62	19,84	24,8	37,2	37,2	29,76	49,6	99,2	148,8
7	21	8	194	95	30,4	38	57	57	45,6	76	152	228
7	21	9	213	189	60,48	75,6	113,4	113,4	90,72	151,2	302,4	453,6
7	21	10	234	246	78,72	98,4	147,6	147,6	118,08	196,8	393,6	590,4
7	21	11	255	318	101,76	127,2	190,8	190,8	152,64	254,4	508,8	763,2
7	21	12	275	416	133,12	166,4	249,6	249,6	199,68	332,8	665,6	998,4
7	21	13	291	414	132,48	165,6	248,4	248,4	198,72	331,2	662,4	993,6
7	21	14	300	355	113,6	142	213	213	170,4	284	568	852
7	21	15	303	300	96	120	180	180	144	240	480	720
7	21	16	300	203	64,96	81,2	121,8	121,8	97,44	162,4	324,8	487,2
7	21	17	289	104	33,28	41,6	62,4	62,4	49,92	83,2	166,4	249,6
7	21	18	272	52	16,64	20,8	31,2	31,2	24,96	41,6	83,2	124,8
7	21	19	252	12	3,84	4,8	7,2	7,2	5,76	9,6	19,2	28,8
7	21	20	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	21	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	22	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	23	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	24	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	1	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	2	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	3	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	4	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	5	151	1	0,32	0,4	0,6	0,6	0,48	0,8	1,6	2,4
7	22	6	156	38	12,16	15,2	22,8	22,8	18,24	30,4	60,8	91,2
7	22	7	167	81	25,92	32,4	48,6	48,6	38,88	64,8	129,6	194,4
7	22	8	184	119	38,08	47,6	71,4	71,4	57,12	95,2	190,4	285,6
7	22	9	205	225	72	90	135	135	108	180	360	540
7	22	10	227	344	110,08	137,6	206,4	206,4	165,12	275,2	550,4	825,6
7	22	11	249	433	138,56	173,2	259,8	259,8	207,84	346,4	692,8	1039,2
7	22	12	269	476	152,32	190,4	285,6	285,6	228,48	380,8	761,6	1142,4
7	22	13	286	478	152,96	191,2	286,8	286,8	229,44	382,4	764,8	1147,2
7	22	14	296	434	138,88	173,6	260,4	260,4	208,32	347,2	694,4	1041,6
7	22	15	299	350	112	140	210	210	168	280	560	840
7	22	16	296	230	73,6	92	138	138	110,4	184	368	552
7	22	17	284	105	33,6	42	63	63	50,4	84	168	252
7	22	18	267	71	22,72	28,4	42,6	42,6	34,08	56,8	113,6	170,4
7	22	19	245	37	11,84	14,8	22,2	22,2	17,76	29,6	59,2	88,8
7	22	20	224	1	0,32	0,4	0,6	0,6	0,48	0,8	1,6	2,4
7	22	21	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	22	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	23	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	24	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	23	1	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.7. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V1 para a orientação Oeste nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Oeste [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad O	4%	10%	20%	30%	4%	10%	20%	30%
					gT=0,40	gT=0,20	gT=0,15	gT=0,10	gT=0,60	gT=0,40	gT=0,40	gT=0,40
7	20	1	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	2	158	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	3	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	4	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	5	136	2	0,64	0,8	1,2	1,2	0,96	1,6	3,2	4,8
7	20	6	142	38	12,16	15,2	22,8	22,8	18,24	30,4	60,8	91,2
7	20	7	157	72	23,04	28,8	43,2	43,2	34,56	57,6	115,2	172,8
7	20	8	178	110	35,2	44	66	66	52,8	88	176	264
7	20	9	204	138	44,16	55,2	82,8	82,8	66,24	110,4	220,8	331,2
7	20	10	232	150	48	60	90	90	72	120	240	360
7	20	11	260	162	51,84	64,8	97,2	97,2	77,76	129,6	259,2	388,8
7	20	12	286	156	49,92	62,4	93,6	93,6	74,88	124,8	249,6	374,4
7	20	13	307	285	91,2	114	171	171	136,8	228	456	684
7	20	14	320	466	149,12	186,4	279,6	279,6	223,68	372,8	745,6	1118,4
7	20	15	323	652	208,64	260,8	391,2	391,2	312,96	521,6	1043,2	1564,8
7	20	16	319	752	240,64	300,8	451,2	451,2	360,96	601,6	1203,2	1804,8
7	20	17	304	743	237,76	297,2	445,8	445,8	356,64	594,4	1188,8	1783,2
7	20	18	283	719	230,08	287,6	431,4	431,4	345,12	575,2	1150,4	1725,6
7	20	19	255	363	116,16	145,2	217,8	217,8	174,24	290,4	580,8	871,2
7	20	20	228	2	0,64	0,8	1,2	1,2	0,96	1,6	3,2	4,8
7	20	21	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	22	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	23	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	20	24	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	1	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	2	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	3	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	4	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	5	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	6	166	23	7,36	9,2	13,8	13,8	11,04	18,4	36,8	55,2
7	21	7	177	62	19,84	24,8	37,2	37,2	29,76	49,6	99,2	148,8
7	21	8	194	85	27,2	34	51	51	40,8	68	136	204
7	21	9	213	126	40,32	50,4	75,6	75,6	60,48	100,8	201,6	302,4
7	21	10	234	149	47,68	59,6	89,4	89,4	71,52	119,2	238,4	357,6
7	21	11	255	169	54,08	67,6	101,4	101,4	81,12	135,2	270,4	405,6
7	21	12	275	157	50,24	62,8	94,2	94,2	75,36	125,6	251,2	376,8
7	21	13	291	257	82,24	102,8	154,2	154,2	123,36	205,6	411,2	616,8
7	21	14	300	379	121,28	151,6	227,4	227,4	181,92	303,2	606,4	909,6
7	21	15	303	509	162,88	203,6	305,4	305,4	244,32	407,2	814,4	1221,6
7	21	16	300	614	196,48	245,6	368,4	368,4	294,72	491,2	982,4	1473,6
7	21	17	289	329	105,28	131,6	197,4	197,4	157,92	263,2	526,4	789,6
7	21	18	272	220	70,4	88	132	132	105,6	176	352	528
7	21	19	252	85	27,2	34	51	51	40,8	68	136	204
7	21	20	231	1	0,32	0,4	0,6	0,6	0,48	0,8	1,6	2,4
7	21	21	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	22	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	23	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	21	24	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	1	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	2	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	3	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	4	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	5	151	1	0,32	0,4	0,6	0,6	0,48	0,8	1,6	2,4
7	22	6	156	38	12,16	15,2	22,8	22,8	18,24	30,4	60,8	91,2
7	22	7	167	81	25,92	32,4	48,6	48,6	38,88	64,8	129,6	194,4
7	22	8	184	108	34,56	43,2	64,8	64,8	51,84	86,4	172,8	259,2
7	22	9	205	120	38,4	48	72	72	57,6	96	192	288
7	22	10	227	130	41,6	52	78	78	62,4	104	208	312
7	22	11	249	160	51,2	64	96	96	76,8	128	256	384
7	22	12	269	181	57,92	72,4	108,6	108,6	86,88	144,8	289,6	434,4
7	22	13	286	277	88,64	110,8	166,2	166,2	132,96	221,6	443,2	664,8
7	22	14	296	475	152	190	285	285	228	380	760	1140
7	22	15	299	599	191,68	239,6	359,4	359,4	287,52	479,2	958,4	1437,6
7	22	16	296	732	234,24	292,8	439,2	439,2	351,36	585,6	1171,2	1756,8
7	22	17	284	800	256	320	480	480	384	640	1280	1920
7	22	18	267	701	224,32	280,4	420,6	420,6	336,48	560,8	1121,6	1682,4
7	22	19	245	385	123,2	154	231	231	184,8	308	616	924
7	22	20	224	1	0,32	0,4	0,6	0,6	0,48	0,8	1,6	2,4
7	22	21	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	22	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	23	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	24	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	23	1	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.8. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Norte nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Norte [W]					
					Inércia Fraca			Inércia Forte		
					Aenv/Apav					
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad N	10% gT=0,40	20% gT=0,40	30% gT=0,40	10% gT=0,60	20% gT=0,60	30% gT=0,60
8	11	1	185	0	0	0	0	0	0	0
8	11	2	180	0	0	0	0	0	0	0
8	11	3	175	0	0	0	0	0	0	0
8	11	4	171	0	0	0	0	0	0	0
8	11	5	166	0	0	0	0	0	0	0
8	11	6	168	28	22,4	44,8	67,2	33,6	67,2	100,8
8	11	7	177	105	84	168	252	126	252	378
8	11	8	194	102	81,6	163,2	244,8	122,4	244,8	367,2
8	11	9	216	119	95,2	190,4	285,6	142,8	285,6	428,4
8	11	10	242	110	88	176	264	132	264	396
8	11	11	269	155	124	248	372	186	372	558
8	11	12	293	158	126,4	252,8	379,2	189,6	379,2	568,8
8	11	13	311	171	136,8	273,6	410,4	205,2	410,4	615,6
8	11	14	323	161	128,8	257,6	386,4	193,2	386,4	579,6
8	11	15	325	138	110,4	220,8	331,2	165,6	331,2	496,8
8	11	16	320	109	87,2	174,4	261,6	130,8	261,6	392,4
8	11	17	308	99	79,2	158,4	237,6	118,8	237,6	356,4
8	11	18	288	102	81,6	163,2	244,8	122,4	244,8	367,2
8	11	19	264	31	24,8	49,6	74,4	37,2	74,4	111,6
8	11	20	242	0	0	0	0	0	0	0
8	11	21	226	0	0	0	0	0	0	0
8	11	22	213	0	0	0	0	0	0	0
8	11	23	203	0	0	0	0	0	0	0
8	11	24	195	0	0	0	0	0	0	0
8	12	1	192	0	0	0	0	0	0	0
8	12	2	189	0	0	0	0	0	0	0
8	12	3	187	0	0	0	0	0	0	0
8	12	4	184	0	0	0	0	0	0	0
8	12	5	181	0	0	0	0	0	0	0
8	12	6	183	33	26,4	52,8	79,2	39,6	79,2	118,8
8	12	7	191	131	104,8	209,6	314,4	157,2	314,4	471,6
8	12	8	205	79	63,2	126,4	189,6	94,8	189,6	284,4
8	12	9	224	113	90,4	180,8	271,2	135,6	271,2	406,8
8	12	10	247	105	84	168	252	126	252	378
8	12	11	270	161	128,8	257,6	386,4	193,2	386,4	579,6
8	12	12	291	166	132,8	265,6	398,4	199,2	398,4	597,6
8	12	13	307	155	124	248	372	186	372	558
8	12	14	317	143	114,4	228,8	343,2	171,6	343,2	514,8
8	12	15	319	152	121,6	243,2	364,8	182,4	364,8	547,2
8	12	16	315	139	111,2	222,4	333,6	166,8	333,6	500,4
8	12	17	304	115	92	184	276	138	276	414
8	12	18	287	65	52	104	156	78	156	234
8	12	19	266	79	63,2	126,4	189,6	94,8	189,6	284,4
8	12	20	248	0	0	0	0	0	0	0
8	12	21	233	0	0	0	0	0	0	0
8	12	22	222	0	0	0	0	0	0	0
8	12	23	213	0	0	0	0	0	0	0
8	12	24	206	0	0	0	0	0	0	0
8	13	1	197	0	0	0	0	0	0	0
8	13	2	189	0	0	0	0	0	0	0
8	13	3	180	0	0	0	0	0	0	0
8	13	4	171	0	0	0	0	0	0	0
8	13	5	162	0	0	0	0	0	0	0
8	13	6	164	85	68	136	204	102	204	306
8	13	7	172	135	108	216	324	162	324	486
8	13	8	186	88	70,4	140,8	211,2	105,6	211,2	316,8
8	13	9	206	126	100,8	201,6	302,4	151,2	302,4	453,6
8	13	10	229	149	119,2	238,4	357,6	178,8	357,6	536,4
8	13	11	252	174	139,2	278,4	417,6	208,8	417,6	626,4
8	13	12	273	140	112	224	336	168	336	504
8	13	13	289	146	116,8	233,6	350,4	175,2	350,4	525,6
8	13	14	300	147	117,6	235,2	352,8	176,4	352,8	529,2
8	13	15	301	151	120,8	241,6	362,4	181,2	362,4	543,6
8	13	16	297	113	90,4	180,8	271,2	135,6	271,2	406,8
8	13	17	286	97	77,6	155,2	232,8	116,4	232,8	349,2
8	13	18	269	137	109,6	219,2	328,8	164,4	328,8	493,2
8	13	19	248	93	74,4	148,8	223,2	111,6	223,2	334,8
8	13	20	229	0	0	0	0	0	0	0
8	13	21	215	0	0	0	0	0	0	0
8	13	22	203	0	0	0	0	0	0	0
8	13	23	194	0	0	0	0	0	0	0
8	13	24	187	0	0	0	0	0	0	0
8	14	1	184	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.9. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Este nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Este [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad E	4% gT=0,40	10% gT=0,20	20% gT=0,15	30% gT=0,10	4% gT=0,60	10% gT=0,40	20% gT=0,40	30% gT=0,40
8	11	1	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	2	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	3	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	4	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	5	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	6	168	44	14,08	17,6	26,4	26,4	21,12	35,2	70,4	105,6
8	11	7	177	266	85,12	106,4	159,6	159,6	127,68	212,8	425,6	638,4
8	11	8	194	571	182,72	228,4	342,6	342,6	274,08	456,8	913,6	1370,4
8	11	9	216	654	209,28	261,6	392,4	392,4	313,92	523,2	1046,4	1569,6
8	11	10	242	665	212,8	266	399	399	319,2	532	1064	1596
8	11	11	269	445	142,4	178	267	267	213,6	356	712	1068
8	11	12	293	267	85,44	106,8	160,2	160,2	128,16	213,6	427,2	640,8
8	11	13	311	171	54,72	68,4	102,6	102,6	82,08	136,8	273,6	410,4
8	11	14	323	161	51,52	64,4	96,6	96,6	77,28	128,8	257,6	386,4
8	11	15	325	138	44,16	55,2	82,8	82,8	66,24	110,4	220,8	331,2
8	11	16	320	109	34,88	43,6	65,4	65,4	52,32	87,2	174,4	261,6
8	11	17	308	94	30,08	37,6	56,4	56,4	45,12	75,2	150,4	225,6
8	11	18	288	64	20,48	25,6	38,4	38,4	30,72	51,2	102,4	153,6
8	11	19	264	17	5,44	6,8	10,2	10,2	8,16	13,6	27,2	40,8
8	11	20	242	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	21	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	22	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	23	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	24	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	1	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	2	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	3	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	4	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	5	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	6	183	54	17,28	21,6	32,4	32,4	25,92	43,2	86,4	129,6
8	12	7	191	610	195,2	244	366	366	292,8	488	976	1464
8	12	8	205	842	269,44	336,8	505,2	505,2	404,16	673,6	1347,2	2020,8
8	12	9	224	709	226,88	283,6	425,4	425,4	340,32	567,2	1134,4	1701,6
8	12	10	247	682	218,24	272,8	409,2	409,2	327,36	545,6	1091,2	1636,8
8	12	11	270	445	142,4	178	267	267	213,6	356	712	1068
8	12	12	291	275	88	110	165	165	132	220	440	660
8	12	13	307	155	49,6	62	93	93	74,4	124	248	372
8	12	14	317	143	45,76	57,2	85,8	85,8	68,64	114,4	228,8	343,2
8	12	15	319	152	48,64	60,8	91,2	91,2	72,96	121,6	243,2	364,8
8	12	16	315	139	44,48	55,6	83,4	83,4	66,72	111,2	222,4	333,6
8	12	17	304	110	35,2	44	66	66	52,8	88	176	264
8	12	18	287	58	18,56	23,2	34,8	34,8	27,84	46,4	92,8	139,2
8	12	19	266	18	5,76	7,2	10,8	10,8	8,64	14,4	28,8	43,2
8	12	20	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	21	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	22	222	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	23	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	24	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	1	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	2	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	3	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	4	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	5	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	6	164	239	76,48	95,6	143,4	143,4	114,72	191,2	382,4	573,6
8	13	7	172	705	225,6	282	423	423	338,4	564	1128	1692
8	13	8	186	768	245,76	307,2	460,8	460,8	368,64	614,4	1228,8	1843,2
8	13	9	206	654	209,28	261,6	392,4	392,4	313,92	523,2	1046,4	1569,6
8	13	10	229	582	186,24	232,8	349,2	349,2	279,36	465,6	931,2	1396,8
8	13	11	252	442	141,44	176,8	265,2	265,2	212,16	353,6	707,2	1060,8
8	13	12	273	255	81,6	102	153	153	122,4	204	408	612
8	13	13	289	146	46,72	58,4	87,6	87,6	70,08	116,8	233,6	350,4
8	13	14	300	147	47,04	58,8	88,2	88,2	70,56	117,6	235,2	352,8
8	13	15	301	151	48,32	60,4	90,6	90,6	72,48	120,8	241,6	362,4
8	13	16	297	113	36,16	45,2	67,8	67,8	54,24	90,4	180,8	271,2
8	13	17	286	93	29,76	37,2	55,8	55,8	44,64	74,4	148,8	223,2
8	13	18	269	52	16,64	20,8	31,2	31,2	24,96	41,6	83,2	124,8
8	13	19	248	18	5,76	7,2	10,8	10,8	8,64	14,4	28,8	43,2
8	13	20	229	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	21	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	22	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	23	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	24	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	14	1	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.10. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Sul nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Sul [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad S	4%	10%	20%	30%	4%	10%	20%	30%
					gT=0,40	gT=0,20	gT=0,15	gT=0,10	gT=0,60	gT=0,40	gT=0,40	gT=0,40
8	11	1	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	2	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	3	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	4	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	5	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	6	168	16	5,12	6,4	9,6	9,6	7,68	12,8	25,6	38,4
8	11	7	177	64	20,48	25,6	38,4	38,4	30,72	51,2	102,4	153,6
8	11	8	194	134	42,88	53,6	80,4	80,4	64,32	107,2	214,4	321,6
8	11	9	216	256	81,92	102,4	153,6	153,6	122,88	204,8	409,6	614,4
8	11	10	242	390	124,8	156	234	234	187,2	312	624	936
8	11	11	269	452	144,64	180,8	271,2	271,2	216,96	361,6	723,2	1084,8
8	11	12	293	501	160,32	200,4	300,6	300,6	240,48	400,8	801,6	1202,4
8	11	13	311	483	154,56	193,2	289,8	289,8	231,84	386,4	772,8	1159,2
8	11	14	323	444	142,08	177,6	266,4	266,4	213,12	355,2	710,4	1065,6
8	11	15	325	371	118,72	148,4	222,6	222,6	178,08	296,8	593,6	890,4
8	11	16	320	258	82,56	103,2	154,8	154,8	123,84	206,4	412,8	619,2
8	11	17	308	132	42,24	52,8	79,2	79,2	63,36	105,6	211,2	316,8
8	11	18	288	64	20,48	25,6	38,4	38,4	30,72	51,2	102,4	153,6
8	11	19	264	17	5,44	6,8	10,2	10,2	8,16	13,6	27,2	40,8
8	11	20	242	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	21	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	22	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	23	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	24	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	1	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	2	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	3	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	4	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	5	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	6	183	18	5,76	7,2	10,8	10,8	8,64	14,4	28,8	43,2
8	12	7	191	56	17,92	22,4	33,6	33,6	26,88	44,8	89,6	134,4
8	12	8	205	117	37,44	46,8	70,2	70,2	56,16	93,6	187,2	280,8
8	12	9	224	264	84,48	105,6	158,4	158,4	126,72	211,2	422,4	633,6
8	12	10	247	399	127,68	159,6	239,4	239,4	191,52	319,2	638,4	957,6
8	12	11	270	455	145,6	182	273	273	218,4	364	728	1092
8	12	12	291	502	160,64	200,8	301,2	301,2	240,96	401,6	803,2	1204,8
8	12	13	307	515	164,8	206	309	309	247,2	412	824	1236
8	12	14	317	473	151,36	189,2	283,8	283,8	227,04	378,4	756,8	1135,2
8	12	15	319	367	117,44	146,8	220,2	220,2	176,16	293,6	587,2	880,8
8	12	16	315	253	80,96	101,2	151,8	151,8	121,44	202,4	404,8	607,2
8	12	17	304	147	47,04	58,8	88,2	88,2	70,56	117,6	235,2	352,8
8	12	18	287	58	18,56	23,2	34,8	34,8	27,84	46,4	92,8	139,2
8	12	19	266	18	5,76	7,2	10,8	10,8	8,64	14,4	28,8	43,2
8	12	20	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	21	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	22	222	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	23	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	24	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	1	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	2	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	3	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	4	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	5	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	6	164	18	5,76	7,2	10,8	10,8	8,64	14,4	28,8	43,2
8	13	7	172	54	17,28	21,6	32,4	32,4	25,92	43,2	86,4	129,6
8	13	8	186	129	41,28	51,6	77,4	77,4	61,92	103,2	206,4	309,6
8	13	9	206	269	86,08	107,6	161,4	161,4	129,12	215,2	430,4	645,6
8	13	10	229	382	122,24	152,8	229,2	229,2	183,36	305,6	611,2	916,8
8	13	11	252	454	145,28	181,6	272,4	272,4	217,92	363,2	726,4	1089,6
8	13	12	273	538	172,16	215,2	322,8	322,8	258,24	430,4	860,8	1291,2
8	13	13	289	534	170,88	213,6	320,4	320,4	256,32	427,2	854,4	1281,6
8	13	14	300	480	153,6	192	288	288	230,4	384	768	1152
8	13	15	301	380	121,6	152	228	228	182,4	304	608	912
8	13	16	297	271	86,72	108,4	162,6	162,6	130,08	216,8	433,6	650,4
8	13	17	286	136	43,52	54,4	81,6	81,6	65,28	108,8	217,6	326,4
8	13	18	269	52	16,64	20,8	31,2	31,2	24,96	41,6	83,2	124,8
8	13	19	248	18	5,76	7,2	10,8	10,8	8,64	14,4	28,8	43,2
8	13	20	229	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	21	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	22	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	23	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	24	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	14	1	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.11. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V2 para a orientação Oeste nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Oeste [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad O	4%	10%	20%	30%	4%	10%	20%	30%
					gT=0,40	gT=0,15	gT=0,15	gT=0,10	gT=0,60	gT=0,35	gT=0,35	gT=0,30
8	11	1	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	2	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	3	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	4	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	5	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	6	168	16	5,12	4,8	9,6	9,6	7,68	11,2	22,4	28,8
8	11	7	177	64	20,48	19,2	38,4	38,4	30,72	44,8	89,6	115,2
8	11	8	194	97	31,04	29,1	58,2	58,2	46,56	67,9	135,8	174,6
8	11	9	216	119	38,08	35,7	71,4	71,4	57,12	83,3	166,6	214,2
8	11	10	242	110	35,2	33	66	66	52,8	77	154	198
8	11	11	269	155	49,6	46,5	93	93	74,4	108,5	217	279
8	11	12	293	158	50,56	47,4	94,8	94,8	75,84	110,6	221,2	284,4
8	11	13	311	277	88,64	83,1	166,2	166,2	132,96	193,9	387,8	498,6
8	11	14	323	437	139,84	131,1	262,2	262,2	209,76	305,9	611,8	786,6
8	11	15	325	588	188,16	176,4	352,8	352,8	282,24	411,6	823,2	1058,4
8	11	16	320	720	230,4	216	432	432	345,6	504	1008	1296
8	11	17	308	615	196,8	184,5	369	369	295,2	430,5	861	1107
8	11	18	288	241	77,12	72,3	144,6	144,6	115,68	168,7	337,4	433,8
8	11	19	264	53	16,96	15,9	31,8	31,8	25,44	37,1	74,2	95,4
8	11	20	242	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	21	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	22	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	23	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11	24	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	1	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	2	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	3	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	4	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	5	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	6	183	18	5,76	5,4	10,8	10,8	8,64	12,6	25,2	32,4
8	12	7	191	56	17,92	16,8	33,6	33,6	26,88	39,2	78,4	100,8
8	12	8	205	76	24,32	22,8	45,6	45,6	36,48	53,2	106,4	136,8
8	12	9	224	113	36,16	33,9	67,8	67,8	54,24	79,1	158,2	203,4
8	12	10	247	105	33,6	31,5	63	63	50,4	73,5	147	189
8	12	11	270	161	51,52	48,3	96,6	96,6	77,28	112,7	225,4	289,8
8	12	12	291	166	53,12	49,8	99,6	99,6	79,68	116,2	232,4	298,8
8	12	13	307	266	85,12	79,8	159,6	159,6	127,68	186,2	372,4	478,8
8	12	14	317	461	147,52	138,3	276,6	276,6	221,28	322,7	645,4	829,8
8	12	15	319	553	176,96	165,9	331,8	331,8	265,44	387,1	774,2	995,4
8	12	16	315	518	165,76	155,4	310,8	310,8	248,64	362,6	725,2	932,4
8	12	17	304	361	115,52	108,3	216,6	216,6	173,28	252,7	505,4	649,8
8	12	18	287	65	20,8	19,5	39	39	31,2	45,5	91	117
8	12	19	266	214	68,48	64,2	128,4	128,4	102,72	149,8	299,6	385,2
8	12	20	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	21	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	22	222	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	23	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	24	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	1	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	2	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	3	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	4	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	5	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	6	164	18	5,76	5,4	10,8	10,8	8,64	12,6	25,2	32,4
8	13	7	172	54	17,28	16,2	32,4	32,4	25,92	37,8	75,6	97,2
8	13	8	186	85	27,2	25,5	51	51	40,8	59,5	119	153
8	13	9	206	126	40,32	37,8	75,6	75,6	60,48	88,2	176,4	226,8
8	13	10	229	149	47,68	44,7	89,4	89,4	71,52	104,3	208,6	268,2
8	13	11	252	174	55,68	52,2	104,4	104,4	83,52	121,8	243,6	313,2
8	13	12	273	140	44,8	42	84	84	67,2	98	196	252
8	13	13	289	260	83,2	78	156	156	124,8	182	364	468
8	13	14	300	465	148,8	139,5	279	279	223,2	325,5	651	837
8	13	15	301	574	183,68	172,2	344,4	344,4	275,52	401,8	803,6	1033,2
8	13	16	297	729	233,28	218,7	437,4	437,4	349,92	510,3	1020,6	1312,2
8	13	17	286	686	219,52	205,8	411,6	411,6	329,28	480,2	960,4	1234,8
8	13	18	269	739	236,48	221,7	443,4	443,4	354,72	517,3	1034,6	1330,2
8	13	19	248	268	85,76	80,4	160,8	160,8	128,64	187,6	375,2	482,4
8	13	20	229	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	21	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	22	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	23	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	24	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	14	1	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.12. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Norte nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Norte [W]					
					Inércia Fraca			Inércia Forte		
					Aenv/Apav					
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad N	10%	20%	30%	10%	20%	30%
					gT=0,40	gT=0,40	gT=0,40	gT=0,60	gT=0,60	gT=0,60
8	22	1	203	0	0	0	0	0	0	0
8	22	2	197	0	0	0	0	0	0	0
8	22	3	192	0	0	0	0	0	0	0
8	22	4	187	0	0	0	0	0	0	0
8	22	5	181	0	0	0	0	0	0	0
8	22	6	183	13	10,4	20,8	31,2	15,6	31,2	46,8
8	22	7	195	112	89,6	179,2	268,8	134,4	268,8	403,2
8	22	8	217	89	71,2	142,4	213,6	106,8	213,6	320,4
8	22	9	245	131	104,8	209,6	314,4	157,2	314,4	471,6
8	22	10	277	121	96,8	193,6	290,4	145,2	290,4	435,6
8	22	11	311	174	139,2	278,4	417,6	208,8	417,6	626,4
8	22	12	340	158	126,4	252,8	379,2	189,6	379,2	568,8
8	22	13	364	127	101,6	203,2	304,8	152,4	304,8	457,2
8	22	14	380	166	132,8	265,6	398,4	199,2	398,4	597,6
8	22	15	385	136	108,8	217,6	326,4	163,2	326,4	489,6
8	22	16	379	111	88,8	177,6	266,4	133,2	266,4	399,6
8	22	17	362	94	75,2	150,4	225,6	112,8	225,6	338,4
8	22	18	336	113	90,4	180,8	271,2	135,6	271,2	406,8
8	22	19	305	12	9,6	19,2	28,8	14,4	28,8	43,2
8	22	20	278	0	0	0	0	0	0	0
8	22	21	257	0	0	0	0	0	0	0
8	22	22	240	0	0	0	0	0	0	0
8	22	23	228	0	0	0	0	0	0	0
8	22	24	217	0	0	0	0	0	0	0
8	23	1	209	0	0	0	0	0	0	0
8	23	2	201	0	0	0	0	0	0	0
8	23	3	193	0	0	0	0	0	0	0
8	23	4	185	0	0	0	0	0	0	0
8	23	5	177	0	0	0	0	0	0	0
8	23	6	179	13	10,4	20,8	31,2	15,6	31,2	46,8
8	23	7	192	114	91,2	182,4	273,6	136,8	273,6	410,4
8	23	8	216	105	84	168	252	126	252	378
8	23	9	246	127	101,6	203,2	304,8	152,4	304,8	457,2
8	23	10	281	136	108,8	217,6	326,4	163,2	326,4	489,6
8	23	11	317	138	110,4	220,8	331,2	165,6	331,2	496,8
8	23	12	349	138	110,4	220,8	331,2	165,6	331,2	496,8
8	23	13	375	138	110,4	220,8	331,2	165,6	331,2	496,8
8	23	14	393	138	110,4	220,8	331,2	165,6	331,2	496,8
8	23	15	398	136	108,8	217,6	326,4	163,2	326,4	489,6
8	23	16	391	127	101,6	203,2	304,8	152,4	304,8	457,2
8	23	17	372	105	84	168	252	126	252	378
8	23	18	344	114	91,2	182,4	273,6	136,8	273,6	410,4
8	23	19	311	12	9,6	19,2	28,8	14,4	28,8	43,2
8	23	20	282	0	0	0	0	0	0	0
8	23	21	259	0	0	0	0	0	0	0
8	23	22	241	0	0	0	0	0	0	0
8	23	23	227	0	0	0	0	0	0	0
8	23	24	216	0	0	0	0	0	0	0
8	24	1	208	0	0	0	0	0	0	0
8	24	2	200	0	0	0	0	0	0	0
8	24	3	192	0	0	0	0	0	0	0
8	24	4	184	0	0	0	0	0	0	0
8	24	5	177	0	0	0	0	0	0	0
8	24	6	179	11	8,8	17,6	26,4	13,2	26,4	39,6
8	24	7	191	79	63,2	126,4	189,6	94,8	189,6	284,4
8	24	8	214	84	67,2	134,4	201,6	100,8	201,6	302,4
8	24	9	242	121	96,8	193,6	290,4	145,2	290,4	435,6
8	24	10	275	159	127,2	254,4	381,6	190,8	381,6	572,4
8	24	11	310	151	120,8	241,6	362,4	181,2	362,4	543,6
8	24	12	340	168	134,4	268,8	403,2	201,6	403,2	604,8
8	24	13	365	161	128,8	257,6	386,4	193,2	386,4	579,6
8	24	14	382	152	121,6	243,2	364,8	182,4	364,8	547,2
8	24	15	386	125	100	200	300	150	300	450
8	24	16	380	93	74,4	148,8	223,2	111,6	223,2	334,8
8	24	17	362	95	76	152	228	114	228	342
8	24	18	336	66	52,8	105,6	158,4	79,2	158,4	237,6
8	24	19	304	2	1,6	3,2	4,8	2,4	4,8	7,2
8	24	20	276	0	0	0	0	0	0	0
8	24	21	254	0	0	0	0	0	0	0
8	24	22	238	0	0	0	0	0	0	0
8	24	23	224	0	0	0	0	0	0	0
8	24	24	214	0	0	0	0	0	0	0
8	25	1	203	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.13. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Este nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Este [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad E	4% gT=0,40	10% gT=0,20	20% gT=0,10	30% gT=0,10	4% gT=0,60	10% gT=0,35	20% gT=0,35	30% gT=0,40
8	22	1	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	2	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	4	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	5	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	6	183	13	4,16	5,2	5,2	7,8	6,24	9,1	18,2	31,2
8	22	7	195	549	175,68	219,6	219,6	329,4	263,52	384,3	768,6	1317,6
8	22	8	217	777	248,64	310,8	310,8	466,2	372,96	543,9	1087,8	1864,8
8	22	9	245	701	224,32	280,4	280,4	420,6	336,48	490,7	981,4	1682,4
8	22	10	277	685	219,2	274	274	411	328,8	479,5	959	1644
8	22	11	311	479	153,28	191,6	191,6	287,4	229,92	335,3	670,6	1149,6
8	22	12	340	275	88	110	110	165	132	192,5	385	660
8	22	13	364	127	40,64	50,8	50,8	76,2	60,96	88,9	177,8	304,8
8	22	14	380	166	53,12	66,4	66,4	99,6	79,68	116,2	232,4	398,4
8	22	15	385	136	43,52	54,4	54,4	81,6	65,28	95,2	190,4	326,4
8	22	16	379	111	35,52	44,4	44,4	66,6	53,28	77,7	155,4	266,4
8	22	17	362	94	30,08	37,6	37,6	56,4	45,12	65,8	131,6	225,6
8	22	18	336	58	18,56	23,2	23,2	34,8	27,84	40,6	81,2	139,2
8	22	19	305	11	3,52	4,4	4,4	6,6	5,28	7,7	15,4	26,4
8	22	20	278	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	21	257	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	22	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	23	228	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	24	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	1	209	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	2	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	3	193	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	4	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	5	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	6	179	13	4,16	5,2	5,2	7,8	6,24	9,1	18,2	31,2
8	23	7	192	434	138,88	173,6	173,6	260,4	208,32	303,8	607,6	1041,6
8	23	8	216	713	228,16	285,2	285,2	427,8	342,24	499,1	998,2	1711,2
8	23	9	246	770	246,4	308	308	462	369,6	539	1078	1848
8	23	10	281	684	218,88	273,6	273,6	410,4	328,32	478,8	957,6	1641,6
8	23	11	317	500	160	200	200	300	240	350	700	1200
8	23	12	349	260	83,2	104	104	156	124,8	182	364	624
8	23	13	375	138	44,16	55,2	55,2	82,8	66,24	96,6	193,2	331,2
8	23	14	393	138	44,16	55,2	55,2	82,8	66,24	96,6	193,2	331,2
8	23	15	398	136	43,52	54,4	54,4	81,6	65,28	95,2	190,4	326,4
8	23	16	391	127	40,64	50,8	50,8	76,2	60,96	88,9	177,8	304,8
8	23	17	372	105	33,6	42	42	63	50,4	73,5	147	252
8	23	18	344	68	21,76	27,2	27,2	40,8	32,64	47,6	95,2	163,2
8	23	19	311	11	3,52	4,4	4,4	6,6	5,28	7,7	15,4	26,4
8	23	20	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	21	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	22	241	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	23	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	24	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	1	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	2	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	4	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	5	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	6	179	27	8,64	10,8	10,8	16,2	12,96	18,9	37,8	64,8
8	24	7	191	262	83,84	104,8	104,8	157,2	125,76	183,4	366,8	628,8
8	24	8	214	626	200,32	250,4	250,4	375,6	300,48	438,2	876,4	1502,4
8	24	9	242	575	184	230	230	345	276	402,5	805	1380
8	24	10	275	451	144,32	180,4	180,4	270,6	216,48	315,7	631,4	1082,4
8	24	11	310	442	141,44	176,8	176,8	265,2	212,16	309,4	618,8	1060,8
8	24	12	340	274	87,68	109,6	109,6	164,4	131,52	191,8	383,6	657,6
8	24	13	365	161	51,52	64,4	64,4	96,6	77,28	112,7	225,4	386,4
8	24	14	382	152	48,64	60,8	60,8	91,2	72,96	106,4	212,8	364,8
8	24	15	386	125	40	50	50	75	60	87,5	175	300
8	24	16	380	93	29,76	37,2	37,2	55,8	44,64	65,1	130,2	223,2
8	24	17	362	95	30,4	38	38	57	45,6	66,5	133	228
8	24	18	336	46	14,72	18,4	18,4	27,6	22,08	32,2	64,4	110,4
8	24	19	304	1	0,32	0,4	0,4	0,6	0,48	0,7	1,4	2,4
8	24	20	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	21	254	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	22	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	23	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	24	214	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	1	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.14. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Sul nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Sul [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad S	4% gT=0,40	10% gT=0,20	20% gT=0,10	30% gT=0,10	4% gT=0,60	10% gT=0,35	20% gT=0,35	30% gT=0,40
8	22	1	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	2	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	4	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	5	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	6	183	12	3,84	4,8	4,8	7,2	5,76	8,4	16,8	28,8
8	22	7	195	59	18,88	23,6	23,6	35,4	28,32	41,3	82,6	141,6
8	22	8	217	149	47,68	59,6	59,6	89,4	71,52	104,3	208,6	357,6
8	22	9	245	291	93,12	116,4	116,4	174,6	139,68	203,7	407,4	698,4
8	22	10	277	418	133,76	167,2	167,2	250,8	200,64	292,6	585,2	1003,2
8	22	11	311	494	158,08	197,6	197,6	296,4	237,12	345,8	691,6	1185,6
8	22	12	340	551	176,32	220,4	220,4	330,6	264,48	385,7	771,4	1322,4
8	22	13	364	563	180,16	225,2	225,2	337,8	270,24	394,1	788,2	1351,2
8	22	14	380	498	159,36	199,2	199,2	298,8	239,04	348,6	697,2	1195,2
8	22	15	385	415	132,8	166	166	249	199,2	290,5	581	996
8	22	16	379	291	93,12	116,4	116,4	174,6	139,68	203,7	407,4	698,4
8	22	17	362	153	48,96	61,2	61,2	91,8	73,44	107,1	214,2	367,2
8	22	18	336	58	18,56	23,2	23,2	34,8	27,84	40,6	81,2	139,2
8	22	19	305	11	3,52	4,4	4,4	6,6	5,28	7,7	15,4	26,4
8	22	20	278	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	21	257	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	22	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	23	228	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	24	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	1	209	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	2	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	3	193	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	4	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	5	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	6	179	11	3,52	4,4	4,4	6,6	5,28	7,7	15,4	26,4
8	23	7	192	68	21,76	27,2	27,2	40,8	32,64	47,6	95,2	163,2
8	23	8	216	168	53,76	67,2	67,2	100,8	80,64	117,6	235,2	403,2
8	23	9	246	306	97,92	122,4	122,4	183,6	146,88	214,2	428,4	734,4
8	23	10	281	430	137,6	172	172	258	206,4	301	602	1032
8	23	11	317	523	167,36	209,2	209,2	313,8	251,04	366,1	732,2	1255,2
8	23	12	349	573	183,36	229,2	229,2	343,8	275,04	401,1	802,2	1375,2
8	23	13	375	573	183,36	229,2	229,2	343,8	275,04	401,1	802,2	1375,2
8	23	14	393	523	167,36	209,2	209,2	313,8	251,04	366,1	732,2	1255,2
8	23	15	398	430	137,6	172	172	258	206,4	301	602	1032
8	23	16	391	306	97,92	122,4	122,4	183,6	146,88	214,2	428,4	734,4
8	23	17	372	168	53,76	67,2	67,2	100,8	80,64	117,6	235,2	403,2
8	23	18	344	68	21,76	27,2	27,2	40,8	32,64	47,6	95,2	163,2
8	23	19	311	11	3,52	4,4	4,4	6,6	5,28	7,7	15,4	26,4
8	23	20	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	21	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	22	241	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	23	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	24	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	1	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	2	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	4	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	5	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	6	179	5	1,6	2	2	3	2,4	3,5	7	12
8	24	7	191	50	16	20	20	30	24	35	70	120
8	24	8	214	142	45,44	56,8	56,8	85,2	68,16	99,4	198,8	340,8
8	24	9	242	260	83,2	104	104	156	124,8	182	364	624
8	24	10	275	333	106,56	133,2	133,2	199,8	159,84	233,1	466,2	799,2
8	24	11	310	463	148,16	185,2	185,2	277,8	222,24	324,1	648,2	1111,2
8	24	12	340	489	156,48	195,6	195,6	293,4	234,72	342,3	684,6	1173,6
8	24	13	365	504	161,28	201,6	201,6	302,4	241,92	352,8	705,6	1209,6
8	24	14	382	461	147,52	184,4	184,4	276,6	221,28	322,7	645,4	1106,4
8	24	15	386	394	126,08	157,6	157,6	236,4	189,12	275,8	551,6	945,6
8	24	16	380	283	90,56	113,2	113,2	169,8	135,84	198,1	396,2	679,2
8	24	17	362	136	43,52	54,4	54,4	81,6	65,28	95,2	190,4	326,4
8	24	18	336	46	14,72	18,4	18,4	27,6	22,08	32,2	64,4	110,4
8	24	19	304	1	0,32	0,4	0,4	0,6	0,48	0,7	1,4	2,4
8	24	20	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	21	254	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	22	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	23	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	24	214	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	1	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.15. – Valores de Ganho Solar para as diferentes frações de envidraçado e inércias em V3 para a orientação Oeste nos três dias mais quentes do ano

					Ganhos solares a Oeste [W]							
					Inércia Fraca				Inércia Forte			
					Aenv/Apav							
Mês	Dia	Hora	Temp [ºC*10]	Rad O	4% gT=0,40	10% gT=0,10	20% gT=0,10	30% gT=0,10	4% gT=0,60	10% gT=0,30	20% gT=0,30	30% gT=0,25
8	22	1	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	2	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	4	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	5	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	6	183	12	3,84	2,4	4,8	7,2	5,76	7,2	14,4	18
8	22	7	195	59	18,88	11,8	23,6	35,4	28,32	35,4	70,8	88,5
8	22	8	217	89	28,48	17,8	35,6	53,4	42,72	53,4	106,8	133,5
8	22	9	245	131	41,92	26,2	52,4	78,6	62,88	78,6	157,2	196,5
8	22	10	277	121	38,72	24,2	48,4	72,6	58,08	72,6	145,2	181,5
8	22	11	311	174	55,68	34,8	69,6	104,4	83,52	104,4	208,8	261
8	22	12	340	158	50,56	31,6	63,2	94,8	75,84	94,8	189,6	237
8	22	13	364	251	80,32	50,2	100,4	150,6	120,48	150,6	301,2	376,5
8	22	14	380	482	154,24	96,4	192,8	289,2	231,36	289,2	578,4	723
8	22	15	385	661	211,52	132,2	264,4	396,6	317,28	396,6	793,2	991,5
8	22	16	379	789	252,48	157,8	315,6	473,4	378,72	473,4	946,8	1183,5
8	22	17	362	737	235,84	147,4	294,8	442,2	353,76	442,2	884,4	1105,5
8	22	18	336	577	184,64	115,4	230,8	346,2	276,96	346,2	692,4	865,5
8	22	19	305	12	3,84	2,4	4,8	7,2	5,76	7,2	14,4	18
8	22	20	278	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	21	257	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	22	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	23	228	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	24	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	1	209	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	2	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	3	193	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	4	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	5	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	6	179	11	3,52	2,2	4,4	6,6	5,28	6,6	13,2	16,5
8	23	7	192	68	21,76	13,6	27,2	40,8	32,64	40,8	81,6	102
8	23	8	216	105	33,6	21	42	63	50,4	63	126	157,5
8	23	9	246	127	40,64	25,4	50,8	76,2	60,96	76,2	152,4	190,5
8	23	10	281	136	43,52	27,2	54,4	81,6	65,28	81,6	163,2	204
8	23	11	317	138	44,16	27,6	55,2	82,8	66,24	82,8	165,6	207
8	23	12	349	138	44,16	27,6	55,2	82,8	66,24	82,8	165,6	207
8	23	13	375	260	83,2	52	104	156	124,8	156	312	390
8	23	14	393	500	160	100	200	300	240	300	600	750
8	23	15	398	684	218,88	136,8	273,6	410,4	328,32	410,4	820,8	1026
8	23	16	391	770	246,4	154	308	462	369,6	462	924	1155
8	23	17	372	713	228,16	142,6	285,2	427,8	342,24	427,8	855,6	1069,5
8	23	18	344	434	138,88	86,8	173,6	260,4	208,32	260,4	520,8	651
8	23	19	311	12	3,84	2,4	4,8	7,2	5,76	7,2	14,4	18
8	23	20	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	21	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	22	241	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	23	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	23	24	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	1	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	2	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	3	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	4	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	5	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	6	179	5	1,6	1	2	3	2,4	3	6	7,5
8	24	7	191	50	16	10	20	30	24	30	60	75
8	24	8	214	84	26,88	16,8	33,6	50,4	40,32	50,4	100,8	126
8	24	9	242	121	38,72	24,2	48,4	72,6	58,08	72,6	145,2	181,5
8	24	10	275	159	50,88	31,8	63,6	95,4	76,32	95,4	190,8	238,5
8	24	11	310	151	48,32	30,2	60,4	90,6	72,48	90,6	181,2	226,5
8	24	12	340	168	53,76	33,6	67,2	100,8	80,64	100,8	201,6	252
8	24	13	365	269	86,08	53,8	107,6	161,4	129,12	161,4	322,8	403,5
8	24	14	382	441	141,12	88,2	176,4	264,6	211,68	264,6	529,2	661,5
8	24	15	386	615	196,8	123	246	369	295,2	369	738	922,5
8	24	16	380	787	251,84	157,4	314,8	472,2	377,76	472,2	944,4	1180,5
8	24	17	362	307	98,24	61,4	122,8	184,2	147,36	184,2	368,4	460,5
8	24	18	336	142	45,44	28,4	56,8	85,2	68,16	85,2	170,4	213
8	24	19	304	5	1,6	1	2	3	2,4	3	6	7,5
8	24	20	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	21	254	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	22	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	23	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	24	24	214	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	1	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.16. – Valores de Temperatura Exterior e de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V1 nos três dias típicos de Verão

hora	temp	rad n	rad e	rad s	rad o
1	16,2	0	0	0	0
2	16,4	0	0	0	0
3	16,5	0	0	0	0
4	16,6	0	0	0	0
5	16,7	0	0	1	0
6	16,8	45	0	38	0
7	17,1	177	269	81	41
8	17,9	133	657	119	79
9	19,3	132	727	225	106
10	21	139	655	344	121
11	22,6	140	484	433	129
12	24	140	254	476	131
13	25,1	140	131	478	254
14	25,9	140	129	434	484
15	26,1	139	121	350	655
16	25,7	132	106	230	727
17	24,8	133	79	105	657
18	23,4	177	41	71	269
19	22	45	0	37	0
20	20,9	0	0	1	0
21	20,1	0	0	0	0
22	19,4	0	0	0	0
23	18,8	0	0	0	0
24	18,4	0	0	0	0
1	17,9	0	0	0	0
2	17,4	0	0	0	0
3	16,9	0	0	0	0
4	16,3	0	0	0	0
5	15,8	0	0	1	0
6	15,8	79	0	25	0
7	16,2	135	255	73	40
8	17,3	108	654	109	78
9	19	115	725	223	105
10	21	144	653	332	120
11	23	168	483	424	128
12	24,7	178	253	433	131
13	26,1	179	131	452	253
14	27	128	128	411	483
15	27,3	138	120	314	653
16	26,9	122	105	221	725
17	25,7	84	78	121	654
18	24	95	40	72	255
19	22,3	66	0	23	0
20	21	0	0	1	0
21	19,9	0	0	0	0
22	19,1	0	0	0	0
23	18,4	0	0	0	0
24	17,9	0	0	0	0
1	17,5	0	0	0	0
2	17,1	0	0	0	0
3	16,7	0	0	0	0
4	16,3	0	0	0	0
5	15,9	0	0	1	0
6	15,9	159	0	36	0
7	16,2	83	239	71	38
8	17,1	98	651	103	77
9	18,7	101	724	236	104
10	20,5	135	652	343	120
11	22,2	150	482	415	127
12	23,7	167	253	475	130
13	25	162	130	480	253
14	25,7	141	127	429	482
15	26	61	120	338	652
16	25,6	70	104	226	724
17	24,6	88	77	113	651
18	23,1	53	38	63	239
19	21,6	58	0	32	0
20	20,4	0	0	1	0
21	19,5	0	0	0	0
22	18,7	0	0	0	0
23	18,1	0	0	0	0
24	17,7	0	0	0	0
1	16,9	0	0	0	0

Tabela 6.17. – Valores de Temperatura Exterior e de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V2 nos três dias típicos de Verão

hora	temp	rad n	rad e	rad s	rad o
1	15,90	0	0	0	0
2	15,90	0	0	0	0
3	15,90	0	0	0	0
4	16,00	0	0	0	0
5	16,00	0	0	0	0
6	16,30	31	3	16	3
7	17,10	108	366	64	55
8	18,30	104	700	134	92
9	19,80	134	761	256	115
10	21,40	134	678	390	127
11	23,10	139	496	452	132
12	24,60	155	256	501	133
13	25,60	154	132	483	256
14	26,20	168	131	444	496
15	26,40	167	127	371	678
16	26,00	112	115	258	762
17	25,20	87	91	132	701
18	24,00	137	54	64	374
19	22,50	82	3	17	3
20	21,00	0	0	0	0
21	19,90	0	0	0	0
22	19,00	0	0	0	0
23	18,30	0	0	0	0
24	17,80	0	0	0	0
1	16,90	0	0	0	0
2	16,10	0	0	0	0
3	15,20	0	0	0	0
4	14,30	0	0	0	0
5	14,40	0	0	0	0
6	14,80	75	3	18	3
7	15,80	91	356	56	54
8	17,40	115	697	117	91
9	19,50	141	760	264	115
10	21,60	158	677	399	127
11	23,80	143	495	455	131
12	25,80	175	256	502	132
13	27,10	140	132	515	256
14	28,00	140	131	473	496
15	28,10	141	126	367	678
16	27,60	94	114	253	761
17	26,60	94	90	147	700
18	24,90	95	52	58	366
19	22,90	53	2	18	3
20	21,00	0	0	0	0
21	19,50	0	0	0	0
22	18,40	0	0	0	0
23	17,50	0	0	0	0
24	16,80	0	0	0	0
1	16,70	0	0	0	0
2	16,70	0	0	0	0
3	16,70	0	0	0	0
4	16,60	0	0	0	0
5	16,60	0	0	0	0
6	16,90	33	2	18	2
7	17,60	159	443	54	52
8	18,70	123	763	129	90
9	20,10	130	638	269	114
10	21,50	136	640	382	126
11	23,00	136	471	454	131
12	24,30	139	255	538	132
13	25,30	139	145	534	256
14	25,80	136	130	480	495
15	26,00	136	122	380	677
16	25,60	130	105	271	760
17	24,90	123	75	136	697
18	23,80	159	42	52	356
19	22,40	32	2	18	3
20	21,10	0	0	0	0
21	20,10	0	0	0	0
22	19,30	0	0	0	0
23	18,70	0	0	0	0
24	18,30	0	0	0	0
1	18,00	0	0	0	0

Tabela 6.18. – Valores de Temperatura Exterior e de Intensidade de Radiação Solar para as quatro orientações em V3 nos três dias típicos de Verão

hora	temp	rad n	rad e	rad s	rad o
1	20,50	0	0	0	0
2	19,80	0	0	0	0
3	19,10	0	0	0	0
4	18,40	0	0	0	0
5	17,70	0	0	0	0
6	17,90	32	97	39	13
7	18,90	171	453	89	70
8	20,60	139	757	124	107
9	22,90	134	735	215	128
10	25,50	140	618	320	137
11	28,20	140	454	400	139
12	30,60	141	270	448	138
13	32,60	141	176	448	260
14	33,90	140	128	400	500
15	34,30	140	141	320	684
16	33,80	134	132	215	771
17	32,40	139	105	124	716
18	30,30	171	57	89	443
19	27,80	31	11	39	14
20	25,60	0	0	0	0
21	23,90	0	0	0	0
22	22,50	0	0	0	0
23	21,50	0	0	0	0
24	20,70	0	0	0	0
1	19,80	0	0	0	0
2	19,00	0	0	0	0
3	18,10	0	0	0	0
4	17,30	0	0	0	0
5	16,50	0	0	0	0
6	16,70	71	15	38	12
7	17,80	170	447	89	59
8	19,80	123	717	124	89
9	22,50	130	771	218	131
10	25,50	152	684	323	121
11	28,60	163	500	403	174
12	31,40	140	260	451	158
13	33,60	171	138	451	251
14	35,10	165	139	403	482
15	35,60	142	137	323	661
16	35,00	121	128	218	789
17	33,40	113	107	124	737
18	31,00	172	71	89	577
19	28,00	70	14	38	12
20	25,50	0	0	0	0
21	23,60	0	0	0	0
22	22,00	0	0	0	0
23	20,80	0	0	0	0
24	19,90	0	0	0	0
1	19,50	0	0	0	0
2	19,10	0	0	0	0
3	18,80	0	0	0	0
4	18,40	0	0	0	0
5	18,10	0	0	0	0
6	18,20	11	14	37	11
7	19,10	86	443	88	68
8	20,70	104	716	124	105
9	22,70	131	771	220	127
10	25,10	134	684	326	136
11	27,50	184	500	407	138
12	29,60	178	260	455	138
13	31,40	185	138	455	260
14	32,60	146	139	407	500
15	32,90	121	137	326	684
16	32,40	90	128	220	770
17	31,20	89	107	124	713
18	29,30	166	70	88	434
19	27,00	104	13	37	12
20	25,10	0	0	0	0
21	23,60	0	0	0	0
22	22,40	0	0	0	0
23	21,40	0	0	0	0
24	20,70	0	0	0	0
1	20,00	0	0	0	0

Tabela 6.19. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 1)

Ganhos solares [W]										
Aenv/Apav=10%	Aenv/Apav=20%									
I. Forte	I. Fraca			I. Forte						
Oeste	Norte	Oeste		Norte	Este			Sul		
gtmáx=0,40	gtmáx=0,40	gtmáx=0,15	gtmáx=0,10	gtmáx=0,60	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,4	1,2
0	72	0	0	108	0	0	0	60,8	53,2	45,6
32,8	283,2	24,6	16,4	424,8	430,4	376,6	322,8	129,6	113,4	97,2
63,2	212,8	47,4	31,6	319,2	1051,2	919,8	788,4	190,4	166,6	142,8
84,8	211,2	63,6	42,4	316,8	1163,2	1017,8	872,4	360	315	270
96,8	222,4	72,6	48,4	333,6	1048	917	786	550,4	481,6	412,8
103,2	224	77,4	51,6	336	774,4	677,6	580,8	692,8	606,2	519,6
104,8	224	78,6	52,4	336	406,4	355,6	304,8	761,6	666,4	571,2
203,2	224	152,4	101,6	336	209,6	183,4	157,2	764,8	669,2	573,6
387,2	224	290,4	193,6	336	206,4	180,6	154,8	694,4	607,6	520,8
524	222,4	393	262	333,6	193,6	169,4	145,2	560	490	420
581,6	211,2	436,2	290,8	316,8	169,6	148,4	127,2	368	322	276
525,6	212,8	394,2	262,8	319,2	126,4	110,6	94,8	168	147	126
215,2	283,2	161,4	107,6	424,8	65,6	57,4	49,2	113,6	99,4	85,2
0	72	0	0	108	0	0	0	59,2	51,8	44,4
0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,4	1,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,4	1,2
0	126,4	0	0	189,6	0	0	0	40	35	30
32	216	24	16	324	408	357	306	116,8	102,2	87,6
62,4	172,8	46,8	31,2	259,2	1046,4	915,6	784,8	174,4	152,6	130,8
84	184	63	42	276	1160	1015	870	356,8	312,2	267,6
96	230,4	72	48	345,6	1044,8	914,2	783,6	531,2	464,8	398,4
102,4	268,8	76,8	51,2	403,2	772,8	676,2	579,6	678,4	593,6	508,8
104,8	284,8	78,6	52,4	427,2	404,8	354,2	303,6	692,8	606,2	519,6
202,4	286,4	151,8	101,2	429,6	209,6	183,4	157,2	723,2	632,8	542,4
386,4	204,8	289,8	193,2	307,2	204,8	179,2	153,6	657,6	575,4	493,2
522,4	220,8	391,8	261,2	331,2	192	168	144	502,4	439,6	376,8
580	195,2	435	290	292,8	168	147	126	353,6	309,4	265,2
523,2	134,4	392,4	261,6	201,6	124,8	109,2	93,6	193,6	169,4	145,2
204	152	153	102	228	64	56	48	115,2	100,8	86,4
0	105,6	0	0	158,4	0	0	0	36,8	32,2	27,6
0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,4	1,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,4	1,2
0	254,4	0	0	381,6	0	0	0	57,6	50,4	43,2
30,4	132,8	22,8	15,2	199,2	382,4	334,6	286,8	113,6	99,4	85,2
61,6	156,8	46,2	30,8	235,2	1041,6	911,4	781,2	164,8	144,2	123,6
83,2	161,6	62,4	41,6	242,4	1158,4	1013,6	868,8	377,6	330,4	283,2
96	216	72	48	324	1043,2	912,8	782,4	548,8	480,2	411,6
101,6	240	76,2	50,8	360	771,2	674,8	578,4	664	581	498
104	267,2	78	52	400,8	404,8	354,2	303,6	760	665	570
202,4	259,2	151,8	101,2	388,8	208	182	156	768	672	576
385,6	225,6	289,2	192,8	338,4	203,2	177,8	152,4	686,4	600,6	514,8
521,6	97,6	391,2	260,8	146,4	192	168	144	540,8	473,2	405,6
579,2	112	434,4	289,6	168	166,4	145,6	124,8	361,6	316,4	271,2
520,8	140,8	390,6	260,4	211,2	123,2	107,8	92,4	180,8	158,2	135,6
191,2	84,8	143,4	95,6	127,2	60,8	53,2	45,6	100,8	88,2	75,6
0	92,8	0	0	139,2	0	0	0	51,2	44,8	38,4
0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,4	1,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.20. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 2)

Ganhos solares [W]												
Aenv/Apav=20%					Aenv/Apav=30%						
I. Forte					I. Fraca						
Oeste					Norte					Este	
gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,25	gtmáx=0,20	gtmáx=0,15	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30	gtmáx=0,20	gtmáx=0,15	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	108	94,5	81	54	40,5	0	0
65,6	57,4	41	32,8	24,6	424,8	371,7	318,6	212,4	159,3	161,4	80,7
126,4	110,6	79	63,2	47,4	319,2	279,3	239,4	159,6	119,7	394,2	197,1
169,6	148,4	106	84,8	63,6	316,8	277,2	237,6	158,4	118,8	436,2	218,1
193,6	169,4	121	96,8	72,6	333,6	291,9	250,2	166,8	125,1	393	196,5
206,4	180,6	129	103,2	77,4	336	294	252	168	126	290,4	145,2
209,6	183,4	131	104,8	78,6	336	294	252	168	126	152,4	76,2
406,4	355,6	254	203,2	152,4	336	294	252	168	126	78,6	39,3
774,4	677,6	484	387,2	290,4	336	294	252	168	126	77,4	38,7
1048	917	655	524	393	333,6	291,9	250,2	166,8	125,1	72,6	36,3
1163,2	1017,8	727	581,6	436,2	316,8	277,2	237,6	158,4	118,8	63,6	31,8
1051,2	919,8	657	525,6	394,2	319,2	279,3	239,4	159,6	119,7	47,4	23,7
430,4	376,6	269	215,2	161,4	424,8	371,7	318,6	212,4	159,3	24,6	12,3
0	0	0	0	0	108	94,5	81	54	40,5	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	189,6	165,9	142,2	94,8	71,1	0	0
64	56	40	32	24	324	283,5	243	162	121,5	153	76,5
124,8	109,2	78	62,4	46,8	259,2	226,8	194,4	129,6	97,2	392,4	196,2
168	147	105	84	63	276	241,5	207	138	103,5	435	217,5
192	168	120	96	72	345,6	302,4	259,2	172,8	129,6	391,8	195,9
204,8	179,2	128	102,4	76,8	403,2	352,8	302,4	201,6	151,2	289,8	144,9
209,6	183,4	131	104,8	78,6	427,2	373,8	320,4	213,6	160,2	151,8	75,9
404,8	354,2	253	202,4	151,8	429,6	375,9	322,2	214,8	161,1	78,6	39,3
772,8	676,2	483	386,4	289,8	307,2	268,8	230,4	153,6	115,2	76,8	38,4
1044,8	914,2	653	522,4	391,8	331,2	289,8	248,4	165,6	124,2	72	36
1160	1015	725	580	435	292,8	256,2	219,6	146,4	109,8	63	31,5
1046,4	915,6	654	523,2	392,4	201,6	176,4	151,2	100,8	75,6	46,8	23,4
408	357	255	204	153	228	199,5	171	114	85,5	24	12
0	0	0	0	0	158,4	138,6	118,8	79,2	59,4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	381,6	333,9	286,2	190,8	143,1	0	0
60,8	53,2	38	30,4	22,8	199,2	174,3	149,4	99,6	74,7	143,4	71,7
123,2	107,8	77	61,6	46,2	235,2	205,8	176,4	117,6	88,2	390,6	195,3
166,4	145,6	104	83,2	62,4	242,4	212,1	181,8	121,2	90,9	434,4	217,2
192	168	120	96	72	324	283,5	243	162	121,5	391,2	195,6
203,2	177,8	127	101,6	76,2	360	315	270	180	135	289,2	144,6
208	182	130	104	78	400,8	350,7	300,6	200,4	150,3	151,8	75,9
404,8	354,2	253	202,4	151,8	388,8	340,2	291,6	194,4	145,8	78	39
771,2	674,8	482	385,6	289,2	338,4	296,1	253,8	169,2	126,9	76,2	38,1
1043,2	912,8	652	521,6	391,2	146,4	128,1	109,8	73,2	54,9	72	36
1158,4	1013,6	724	579,2	434,4	168	147	126	84	63	62,4	31,2
1041,6	911,4	651	520,8	390,6	211,2	184,8	158,4	105,6	79,2	46,2	23,1
382,4	334,6	239	191,2	143,4	127,2	111,3	95,4	63,6	47,7	22,8	11,4
0	0	0	0	0	139,2	121,8	104,4	69,6	52,2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.21. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 3)

Ganhos solares [W]											
Aenv/Apav=30%											
I. Fraca				I. Forte							
Sul		Oeste		Norte			Este				
gtmáx=0,10	gtmáx=0,05	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05	gtmáx=0,60	gtmáx=0,50	gtmáx=0,45	gtmáx=0,40	gtmáx=0,30	gtmáx=0,25	gtmáx=0,20	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22,8	11,4	0	0	162	135	121,5	0	0	0	0	
48,6	24,3	24,6	12,3	637,2	531	477,9	645,6	484,2	403,5	322,8	
71,4	35,7	47,4	23,7	478,8	399	359,1	1576,8	1182,6	985,5	788,4	
135	67,5	63,6	31,8	475,2	396	356,4	1744,8	1308,6	1090,5	872,4	
206,4	103,2	72,6	36,3	500,4	417	375,3	1572	1179	982,5	786	
259,8	129,9	77,4	38,7	504	420	378	1161,6	871,2	726	580,8	
285,6	142,8	78,6	39,3	504	420	378	609,6	457,2	381	304,8	
286,8	143,4	152,4	76,2	504	420	378	314,4	235,8	196,5	157,2	
260,4	130,2	290,4	145,2	504	420	378	309,6	232,2	193,5	154,8	
210	105	393	196,5	500,4	417	375,3	290,4	217,8	181,5	145,2	
138	69	436,2	218,1	475,2	396	356,4	254,4	190,8	159	127,2	
63	31,5	394,2	197,1	478,8	399	359,1	189,6	142,2	118,5	94,8	
42,6	21,3	161,4	80,7	637,2	531	477,9	98,4	73,8	61,5	49,2	
22,2	11,1	0	0	162	135	121,5	0	0	0	0	
0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	7,5	0	0	284,4	237	213,3	0	0	0	0	
43,8	21,9	24	12	486	405	364,5	612	459	382,5	306	
65,4	32,7	46,8	23,4	388,8	324	291,6	1569,6	1177,2	981	784,8	
133,8	66,9	63	31,5	414	345	310,5	1740	1305	1087,5	870	
199,2	99,6	72	36	518,4	432	388,8	1567,2	1175,4	979,5	783,6	
254,4	127,2	76,8	38,4	604,8	504	453,6	1159,2	869,4	724,5	579,6	
259,8	129,9	78,6	39,3	640,8	534	480,6	607,2	455,4	379,5	303,6	
271,2	135,6	151,8	75,9	644,4	537	483,3	314,4	235,8	196,5	157,2	
246,6	123,3	289,8	144,9	460,8	384	345,6	307,2	230,4	192	153,6	
188,4	94,2	391,8	195,9	496,8	414	372,6	288	216	180	144	
132,6	66,3	435	217,5	439,2	366	329,4	252	189	157,5	126	
72,6	36,3	392,4	196,2	302,4	252	226,8	187,2	140,4	117	93,6	
43,2	21,6	153	76,5	342	285	256,5	96	72	60	48	
13,8	6,9	0	0	237,6	198	178,2	0	0	0	0	
0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21,6	10,8	0	0	572,4	477	429,3	0	0	0	0	
42,6	21,3	22,8	11,4	298,8	249	224,1	573,6	430,2	358,5	286,8	
61,8	30,9	46,2	23,1	352,8	294	264,6	1562,4	1171,8	976,5	781,2	
141,6	70,8	62,4	31,2	363,6	303	272,7	1737,6	1303,2	1086	868,8	
205,8	102,9	72	36	486	405	364,5	1564,8	1173,6	978	782,4	
249	124,5	76,2	38,1	540	450	405	1156,8	867,6	723	578,4	
285	142,5	78	39	601,2	501	450,9	607,2	455,4	379,5	303,6	
288	144	151,8	75,9	583,2	486	437,4	312	234	195	156	
257,4	128,7	289,2	144,6	507,6	423	380,7	304,8	228,6	190,5	152,4	
202,8	101,4	391,2	195,6	219,6	183	164,7	288	216	180	144	
135,6	67,8	434,4	217,2	252	210	189	249,6	187,2	156	124,8	
67,8	33,9	390,6	195,3	316,8	264	237,6	184,8	138,6	115,5	92,4	
37,8	18,9	143,4	71,7	190,8	159	143,1	91,2	68,4	57	45,6	
19,2	9,6	0	0	208,8	174	156,6	0	0	0	0	
0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabela 6.22. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V1 nos três dias típicos de Verão (parte 4)

Ganhos solares [W]						
Aenv/Apav=30%						
I. Forte						
Sul			Oeste			
gtmáx=0,40	gtmáx=0,25	gtmáx=0,20	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,20	gtmáx=0,15
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
2,4	1,5	1,2	0	0	0	0
91,2	57	45,6	0	0	0	0
194,4	121,5	97,2	98,4	86,1	49,2	36,9
285,6	178,5	142,8	189,6	165,9	94,8	71,1
540	337,5	270	254,4	222,6	127,2	95,4
825,6	516	412,8	290,4	254,1	145,2	108,9
1039,2	649,5	519,6	309,6	270,9	154,8	116,1
1142,4	714	571,2	314,4	275,1	157,2	117,9
1147,2	717	573,6	609,6	533,4	304,8	228,6
1041,6	651	520,8	1161,6	1016,4	580,8	435,6
840	525	420	1572	1375,5	786	589,5
552	345	276	1744,8	1526,7	872,4	654,3
252	157,5	126	1576,8	1379,7	788,4	591,3
170,4	106,5	85,2	645,6	564,9	322,8	242,1
88,8	55,5	44,4	0	0	0	0
2,4	1,5	1,2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
2,4	1,5	1,2	0	0	0	0
60	37,5	30	0	0	0	0
175,2	109,5	87,6	96	84	48	36
261,6	163,5	130,8	187,2	163,8	93,6	70,2
535,2	334,5	267,6	252	220,5	126	94,5
796,8	498	398,4	288	252	144	108
1017,6	636	508,8	307,2	268,8	153,6	115,2
1039,2	649,5	519,6	314,4	275,1	157,2	117,9
1084,8	678	542,4	607,2	531,3	303,6	227,7
986,4	616,5	493,2	1159,2	1014,3	579,6	434,7
753,6	471	376,8	1567,2	1371,3	783,6	587,7
530,4	331,5	265,2	1740	1522,5	870	652,5
290,4	181,5	145,2	1569,6	1373,4	784,8	588,6
172,8	108	86,4	612	535,5	306	229,5
55,2	34,5	27,6	0	0	0	0
2,4	1,5	1,2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
2,4	1,5	1,2	0	0	0	0
86,4	54	43,2	0	0	0	0
170,4	106,5	85,2	91,2	79,8	45,6	34,2
247,2	154,5	123,6	184,8	161,7	92,4	69,3
566,4	354	283,2	249,6	218,4	124,8	93,6
823,2	514,5	411,6	288	252	144	108
996	622,5	498	304,8	266,7	152,4	114,3
1140	712,5	570	312	273	156	117
1152	720	576	607,2	531,3	303,6	227,7
1029,6	643,5	514,8	1156,8	1012,2	578,4	433,8
811,2	507	405,6	1564,8	1369,2	782,4	586,8
542,4	339	271,2	1737,6	1520,4	868,8	651,6
271,2	169,5	135,6	1562,4	1367,1	781,2	585,9
151,2	94,5	75,6	573,6	501,9	286,8	215,1
76,8	48	38,4	0	0	0	0
2,4	1,5	1,2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.23. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V2 nos três dias típicos de Verão (parte 1)

Ganhos solares [W]												
Aenv/Apav=4%	Aenv/Apav=20%											
I. Forte	I. Fraca			I. Forte								
Sul	Norte	Sul	Oeste	Este		Sul			Oeste			
gtmáx=0,40	gtmáx=0,40	gtmáx=0,15	gtmáx=0,15	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,15	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30	gtmáx=0,20	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,12	49,6	9,6	1,8	4,8	4,2	25,6	22,4	9,6	4,2	3,6	2,4	
20,48	172,8	38,4	33	585,6	512,4	102,4	89,6	38,4	77	66	44	
42,88	166,4	80,4	55,2	1120	980	214,4	187,6	80,4	128,8	110,4	73,6	
81,92	214,4	153,6	69	1217,6	1065,4	409,6	358,4	153,6	161	138	92	
124,8	214,4	234	76,2	1084,8	949,2	624	546	234	177,8	152,4	101,6	
144,64	222,4	271,2	79,2	793,6	694,4	723,2	632,8	271,2	184,8	158,4	105,6	
160,32	248	300,6	79,8	409,6	358,4	801,6	701,4	300,6	186,2	159,6	106,4	
154,56	246,4	289,8	153,6	211,2	184,8	772,8	676,2	289,8	358,4	307,2	204,8	
142,08	268,8	266,4	297,6	209,6	183,4	710,4	621,6	266,4	694,4	595,2	396,8	
118,72	267,2	222,6	406,8	203,2	177,8	593,6	519,4	222,6	949,2	813,6	542,4	
82,56	179,2	154,8	457,2	184	161	412,8	361,2	154,8	1066,8	914,4	609,6	
42,24	139,2	79,2	420,6	145,6	127,4	211,2	184,8	79,2	981,4	841,2	560,8	
20,48	219,2	38,4	224,4	86,4	75,6	102,4	89,6	38,4	523,6	448,8	299,2	
5,44	131,2	10,2	1,8	4,8	4,2	27,2	23,8	10,2	4,2	3,6	2,4	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,76	120	10,8	1,8	4,8	4,2	28,8	25,2	10,8	4,2	3,6	2,4	
17,92	145,6	33,6	32,4	569,6	498,4	89,6	78,4	33,6	75,6	64,8	43,2	
37,44	184	70,2	54,6	1115,2	975,8	187,2	163,8	70,2	127,4	109,2	72,8	
84,48	225,6	158,4	69	1216	1064	422,4	369,6	158,4	161	138	92	
127,68	252,8	239,4	76,2	1083,2	947,8	638,4	558,6	239,4	177,8	152,4	101,6	
145,6	228,8	273	78,6	792	693	728	637	273	183,4	157,2	104,8	
160,64	280	301,2	79,2	409,6	358,4	803,2	702,8	301,2	184,8	158,4	105,6	
164,8	224	309	153,6	211,2	184,8	824	721	309	358,4	307,2	204,8	
151,36	224	283,8	297,6	209,6	183,4	756,8	662,2	283,8	694,4	595,2	396,8	
117,44	225,6	220,2	406,8	201,6	176,4	587,2	513,8	220,2	949,2	813,6	542,4	
80,96	150,4	151,8	456,6	182,4	159,6	404,8	354,2	151,8	1065,4	913,2	608,8	
47,04	150,4	88,2	420	144	126	235,2	205,8	88,2	980	840	560	
18,56	152	34,8	219,6	83,2	72,8	92,8	81,2	34,8	512,4	439,2	292,8	
5,76	84,8	10,8	1,8	3,2	2,8	28,8	25,2	10,8	4,2	3,6	2,4	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,76	52,8	10,8	1,2	3,2	2,8	28,8	25,2	10,8	2,8	2,4	1,6	
17,28	254,4	32,4	31,2	708,8	620,2	86,4	75,6	32,4	72,8	62,4	41,6	
41,28	196,8	77,4	54	1220,8	1068,2	206,4	180,6	77,4	126	108	72	
86,08	208	161,4	68,4	1020,8	893,2	430,4	376,6	161,4	159,6	136,8	91,2	
122,24	217,6	229,2	75,6	1024	896	611,2	534,8	229,2	176,4	151,2	100,8	
145,28	217,6	272,4	78,6	753,6	659,4	726,4	635,6	272,4	183,4	157,2	104,8	
172,16	222,4	322,8	79,2	408	357	860,8	753,2	322,8	184,8	158,4	105,6	
170,88	222,4	320,4	153,6	232	203	854,4	747,6	320,4	358,4	307,2	204,8	
153,6	217,6	288	297	208	182	768	672	288	693	594	396	
121,6	217,6	228	406,2	195,2	170,8	608	532	228	947,8	812,4	541,6	
86,72	208	162,6	456	168	147	433,6	379,4	162,6	1064	912	608	
43,52	196,8	81,6	418,2	120	105	217,6	190,4	81,6	975,8	836,4	557,6	
16,64	254,4	31,2	213,6	67,2	58,8	83,2	72,8	31,2	498,4	427,2	284,8	
5,76	51,2	10,8	1,8	3,2	2,8	28,8	25,2	10,8	4,2	3,6	2,4	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabela 6.24. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V2 nos três dias típicos de Verão (parte 2)

Ganhos solares [W]										
Aenv/Apav=30%										
I. Fraca										
Norte				Este		Sul		Oeste		
gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30	gtmáx=0,25	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74,4	65,1	55,8	46,5	1,8	0,9	9,6	4,8	1,8	0,9
259,2	226,8	194,4	162	219,6	109,8	38,4	19,2	33	16,5
249,6	218,4	187,2	156	420	210	80,4	40,2	55,2	27,6
321,6	281,4	241,2	201	456,6	228,3	153,6	76,8	69	34,5
321,6	281,4	241,2	201	406,8	203,4	234	117	76,2	38,1
333,6	291,9	250,2	208,5	297,6	148,8	271,2	135,6	79,2	39,6
372	325,5	279	232,5	153,6	76,8	300,6	150,3	79,8	39,9
369,6	323,4	277,2	231	79,2	39,6	289,8	144,9	153,6	76,8
403,2	352,8	302,4	252	78,6	39,3	266,4	133,2	297,6	148,8
400,8	350,7	300,6	250,5	76,2	38,1	222,6	111,3	406,8	203,4
268,8	235,2	201,6	168	69	34,5	154,8	77,4	457,2	228,6
208,8	182,7	156,6	130,5	54,6	27,3	79,2	39,6	420,6	210,3
328,8	287,7	246,6	205,5	32,4	16,2	38,4	19,2	224,4	112,2
196,8	172,2	147,6	123	1,8	0,9	10,2	5,1	1,8	0,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	157,5	135	112,5	1,8	0,9	10,8	5,4	1,8	0,9
218,4	191,1	163,8	136,5	213,6	106,8	33,6	16,8	32,4	16,2
276	241,5	207	172,5	418,2	209,1	70,2	35,1	54,6	27,3
338,4	296,1	253,8	211,5	456	228	158,4	79,2	69	34,5
379,2	331,8	284,4	237	406,2	203,1	239,4	119,7	76,2	38,1
343,2	300,3	257,4	214,5	297	148,5	273	136,5	78,6	39,3
420	367,5	315	262,5	153,6	76,8	301,2	150,6	79,2	39,6
336	294	252	210	79,2	39,6	309	154,5	153,6	76,8
336	294	252	210	78,6	39,3	283,8	141,9	297,6	148,8
338,4	296,1	253,8	211,5	75,6	37,8	220,2	110,1	406,8	203,4
225,6	197,4	169,2	141	68,4	34,2	151,8	75,9	456,6	228,3
225,6	197,4	169,2	141	54	27	88,2	44,1	420	210
228	199,5	171	142,5	31,2	15,6	34,8	17,4	219,6	109,8
127,2	111,3	95,4	79,5	1,2	0,6	10,8	5,4	1,8	0,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79,2	69,3	59,4	49,5	1,2	0,6	10,8	5,4	1,2	0,6
381,6	333,9	286,2	238,5	265,8	132,9	32,4	16,2	31,2	15,6
295,2	258,3	221,4	184,5	457,8	228,9	77,4	38,7	54	27
312	273	234	195	382,8	191,4	161,4	80,7	68,4	34,2
326,4	285,6	244,8	204	384	192	229,2	114,6	75,6	37,8
326,4	285,6	244,8	204	282,6	141,3	272,4	136,2	78,6	39,3
333,6	291,9	250,2	208,5	153	76,5	322,8	161,4	79,2	39,6
333,6	291,9	250,2	208,5	87	43,5	320,4	160,2	153,6	76,8
326,4	285,6	244,8	204	78	39	288	144	297	148,5
326,4	285,6	244,8	204	73,2	36,6	228	114	406,2	203,1
312	273	234	195	63	31,5	162,6	81,3	456	228
295,2	258,3	221,4	184,5	45	22,5	81,6	40,8	418,2	209,1
381,6	333,9	286,2	238,5	25,2	12,6	31,2	15,6	213,6	106,8
76,8	67,2	57,6	48	1,2	0,6	10,8	5,4	1,8	0,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.25. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V2 nos três dias típicos de Verão (parte 3)

Ganhos solares [W]										
Aenv/Apav=30%										
I. Forte										
Norte	Este				Sul			Oeste		
gtmáx=0,60	gtmáx=0,40	gtmáx=0,30	gtmáx=0,25	gtmáx=0,20	gtmáx=0,40	gtmáx=0,30	gtmáx=0,25	gtmáx=0,30	gtmáx=0,25	gtmáx=0,20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111,6	7,2	5,4	4,5	3,6	38,4	28,8	24	5,4	4,5	3,6
388,8	878,4	658,8	549	439,2	153,6	115,2	96	99	82,5	66
374,4	1680	1260	1050	840	321,6	241,2	201	165,6	138	110,4
482,4	1826,4	1369,8	1141,5	913,2	614,4	460,8	384	207	172,5	138
482,4	1627,2	1220,4	1017	813,6	936	702	585	228,6	190,5	152,4
500,4	1190,4	892,8	744	595,2	1084,8	813,6	678	237,6	198	158,4
558	614,4	460,8	384	307,2	1202,4	901,8	751,5	239,4	199,5	159,6
554,4	316,8	237,6	198	158,4	1159,2	869,4	724,5	460,8	384	307,2
604,8	314,4	235,8	196,5	157,2	1065,6	799,2	666	892,8	744	595,2
601,2	304,8	228,6	190,5	152,4	890,4	667,8	556,5	1220,4	1017	813,6
403,2	276	207	172,5	138	619,2	464,4	387	1371,6	1143	914,4
313,2	218,4	163,8	136,5	109,2	316,8	237,6	198	1261,8	1051,5	841,2
493,2	129,6	97,2	81	64,8	153,6	115,2	96	673,2	561	448,8
295,2	7,2	5,4	4,5	3,6	40,8	30,6	25,5	5,4	4,5	3,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
270	7,2	5,4	4,5	3,6	43,2	32,4	27	5,4	4,5	3,6
327,6	854,4	640,8	534	427,2	134,4	100,8	84	97,2	81	64,8
414	1672,8	1254,6	1045,5	836,4	280,8	210,6	175,5	163,8	136,5	109,2
507,6	1824	1368	1140	912	633,6	475,2	396	207	172,5	138
568,8	1624,8	1218,6	1015,5	812,4	957,6	718,2	598,5	228,6	190,5	152,4
514,8	1188	891	742,5	594	1092	819	682,5	235,8	196,5	157,2
630	614,4	460,8	384	307,2	1204,8	903,6	753	237,6	198	158,4
504	316,8	237,6	198	158,4	1236	927	772,5	460,8	384	307,2
504	314,4	235,8	196,5	157,2	1135,2	851,4	709,5	892,8	744	595,2
507,6	302,4	226,8	189	151,2	880,8	660,6	550,5	1220,4	1017	813,6
338,4	273,6	205,2	171	136,8	607,2	455,4	379,5	1369,8	1141,5	913,2
338,4	216	162	135	108	352,8	264,6	220,5	1260	1050	840
342	124,8	93,6	78	62,4	139,2	104,4	87	658,8	549	439,2
190,8	4,8	3,6	3	2,4	43,2	32,4	27	5,4	4,5	3,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118,8	4,8	3,6	3	2,4	43,2	32,4	27	3,6	3	2,4
572,4	1063,2	797,4	664,5	531,6	129,6	97,2	81	93,6	78	62,4
442,8	1831,2	1373,4	1144,5	915,6	309,6	232,2	193,5	162	135	108
468	1531,2	1148,4	957	765,6	645,6	484,2	403,5	205,2	171	136,8
489,6	1536	1152	960	768	916,8	687,6	573	226,8	189	151,2
489,6	1130,4	847,8	706,5	565,2	1089,6	817,2	681	235,8	196,5	157,2
500,4	612	459	382,5	306	1291,2	968,4	807	237,6	198	158,4
500,4	348	261	217,5	174	1281,6	961,2	801	460,8	384	307,2
489,6	312	234	195	156	1152	864	720	891	742,5	594
489,6	292,8	219,6	183	146,4	912	684	570	1218,6	1015,5	812,4
468	252	189	157,5	126	650,4	487,8	406,5	1368	1140	912
442,8	180	135	112,5	90	326,4	244,8	204	1254,6	1045,5	836,4
572,4	100,8	75,6	63	50,4	124,8	93,6	78	640,8	534	427,2
115,2	4,8	3,6	3	2,4	43,2	32,4	27	5,4	4,5	3,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.26. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V3 nos três dias típicos de Verão (parte 1)

Ganhos solares [W]												
Aenv/Apav=4%	Aenv/Apav=20%					Aenv/Apav=30%						
I. Fraca	I. Fraca					I. Fraca						
Oeste	Norte			Sul	Oeste	Norte						
gtmáx=0,10	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30	gtmáx=0,10	gtmáx=0,10	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30	gtmáx=0,20	gtmáx=0,15	gtmáx=0,10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,04	51,2	44,8	38,4	15,6	5,2	76,8	67,2	57,6	38,4	28,8	19,2
5,6	273,6	239,4	205,2	35,6	28	410,4	359,1	307,8	205,2	153,9	102,6
8,56	222,4	194,6	166,8	49,6	42,8	333,6	291,9	250,2	166,8	125,1	83,4
10,24	214,4	187,6	160,8	86	51,2	321,6	281,4	241,2	160,8	120,6	80,4
10,96	224	196	168	128	54,8	336	294	252	168	126	84
11,12	224	196	168	160	55,6	336	294	252	168	126	84
11,04	225,6	197,4	169,2	179,2	55,2	338,4	296,1	253,8	169,2	126,9	84,6
20,8	225,6	197,4	169,2	179,2	104	338,4	296,1	253,8	169,2	126,9	84,6
40	224	196	168	160	200	336	294	252	168	126	84
54,72	224	196	168	128	273,6	336	294	252	168	126	84
61,68	214,4	187,6	160,8	86	308,4	321,6	281,4	241,2	160,8	120,6	80,4
57,28	222,4	194,6	166,8	49,6	286,4	333,6	291,9	250,2	166,8	125,1	83,4
35,44	273,6	239,4	205,2	35,6	177,2	410,4	359,1	307,8	205,2	153,9	102,6
1,12	49,6	43,4	37,2	15,6	5,6	74,4	65,1	55,8	37,2	27,9	18,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,96	113,6	99,4	85,2	15,2	4,8	170,4	149,1	127,8	85,2	63,9	42,6
4,72	272	238	204	35,6	23,6	408	357	306	204	153	102
7,12	196,8	172,2	147,6	49,6	35,6	295,2	258,3	221,4	147,6	110,7	73,8
10,48	208	182	156	87,2	52,4	312	273	234	156	117	78
9,68	243,2	212,8	182,4	129,2	48,4	364,8	319,2	273,6	182,4	136,8	91,2
13,92	260,8	228,2	195,6	161,2	69,6	391,2	342,3	293,4	195,6	146,7	97,8
12,64	224	196	168	180,4	63,2	336	294	252	168	126	84
20,08	273,6	239,4	205,2	180,4	100,4	410,4	359,1	307,8	205,2	153,9	102,6
38,56	264	231	198	161,2	192,8	396	346,5	297	198	148,5	99
52,88	227,2	198,8	170,4	129,2	264,4	340,8	298,2	255,6	170,4	127,8	85,2
63,12	193,6	169,4	145,2	87,2	315,6	290,4	254,1	217,8	145,2	108,9	72,6
58,96	180,8	158,2	135,6	49,6	294,8	271,2	237,3	203,4	135,6	101,7	67,8
46,16	275,2	240,8	206,4	35,6	230,8	412,8	361,2	309,6	206,4	154,8	103,2
0,96	112	98	84	15,2	4,8	168	147	126	84	63	42
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,88	17,6	15,4	13,2	14,8	4,4	26,4	23,1	19,8	13,2	9,9	6,6
5,44	137,6	120,4	103,2	35,2	27,2	206,4	180,6	154,8	103,2	77,4	51,6
8,4	166,4	145,6	124,8	49,6	42	249,6	218,4	187,2	124,8	93,6	62,4
10,16	209,6	183,4	157,2	88	50,8	314,4	275,1	235,8	157,2	117,9	78,6
10,88	214,4	187,6	160,8	130,4	54,4	321,6	281,4	241,2	160,8	120,6	80,4
11,04	294,4	257,6	220,8	162,8	55,2	441,6	386,4	331,2	220,8	165,6	110,4
11,04	284,8	249,2	213,6	182	55,2	427,2	373,8	320,4	213,6	160,2	106,8
20,8	296	259	222	182	104	444	388,5	333	222	166,5	111
40	233,6	204,4	175,2	162,8	200	350,4	306,6	262,8	175,2	131,4	87,6
54,72	193,6	169,4	145,2	130,4	273,6	290,4	254,1	217,8	145,2	108,9	72,6
61,6	144	126	108	88	308	216	189	162	108	81	54
57,04	142,4	124,6	106,8	49,6	285,2	213,6	186,9	160,2	106,8	80,1	53,4
34,72	265,6	232,4	199,2	35,2	173,6	398,4	348,6	298,8	199,2	149,4	99,6
0,96	166,4	145,6	124,8	14,8	4,8	249,6	218,4	187,2	124,8	93,6	62,4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.27. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V3 nos três dias típicos de Verão (parte 2)

Ganhos solares [W]									
Aenv/Apav=30%									
I. Fraca					I. Forte				
Este	Sul		Oeste		Este				
gtmáx=0,10	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05	gtmáx=0,40	gtmáx=0,35	gtmáx=0,30	gtmáx=0,20	gtmáx=0,15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58,2	23,4	11,7	7,8	3,9	232,8	203,7	174,6	116,4	87,3
271,8	53,4	26,7	42	21	1087,2	951,3	815,4	543,6	407,7
454,2	74,4	37,2	64,2	32,1	1816,8	1589,7	1362,6	908,4	681,3
441	129	64,5	76,8	38,4	1764	1543,5	1323	882	661,5
370,8	192	96	82,2	41,1	1483,2	1297,8	1112,4	741,6	556,2
272,4	240	120	83,4	41,7	1089,6	953,4	817,2	544,8	408,6
162	268,8	134,4	82,8	41,4	648	567	486	324	243
105,6	268,8	134,4	156	78	422,4	369,6	316,8	211,2	158,4
76,8	240	120	300	150	307,2	268,8	230,4	153,6	115,2
84,6	192	96	410,4	205,2	338,4	296,1	253,8	169,2	126,9
79,2	129	64,5	462,6	231,3	316,8	277,2	237,6	158,4	118,8
63	74,4	37,2	429,6	214,8	252	220,5	189	126	94,5
34,2	53,4	26,7	265,8	132,9	136,8	119,7	102,6	68,4	51,3
6,6	23,4	11,7	8,4	4,2	26,4	23,1	19,8	13,2	9,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	22,8	11,4	7,2	3,6	36	31,5	27	18	13,5
268,2	53,4	26,7	35,4	17,7	1072,8	938,7	804,6	536,4	402,3
430,2	74,4	37,2	53,4	26,7	1720,8	1505,7	1290,6	860,4	645,3
462,6	130,8	65,4	78,6	39,3	1850,4	1619,1	1387,8	925,2	693,9
410,4	193,8	96,9	72,6	36,3	1641,6	1436,4	1231,2	820,8	615,6
300	241,8	120,9	104,4	52,2	1200	1050	900	600	450
156	270,6	135,3	94,8	47,4	624	546	468	312	234
82,8	270,6	135,3	150,6	75,3	331,2	289,8	248,4	165,6	124,2
83,4	241,8	120,9	289,2	144,6	333,6	291,9	250,2	166,8	125,1
82,2	193,8	96,9	396,6	198,3	328,8	287,7	246,6	164,4	123,3
76,8	130,8	65,4	473,4	236,7	307,2	268,8	230,4	153,6	115,2
64,2	74,4	37,2	442,2	221,1	256,8	224,7	192,6	128,4	96,3
42,6	53,4	26,7	346,2	173,1	170,4	149,1	127,8	85,2	63,9
8,4	22,8	11,4	7,2	3,6	33,6	29,4	25,2	16,8	12,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8,4	22,2	11,1	6,6	3,3	33,6	29,4	25,2	16,8	12,6
265,8	52,8	26,4	40,8	20,4	1063,2	930,3	797,4	531,6	398,7
429,6	74,4	37,2	63	31,5	1718,4	1503,6	1288,8	859,2	644,4
462,6	132	66	76,2	38,1	1850,4	1619,1	1387,8	925,2	693,9
410,4	195,6	97,8	81,6	40,8	1641,6	1436,4	1231,2	820,8	615,6
300	244,2	122,1	82,8	41,4	1200	1050	900	600	450
156	273	136,5	82,8	41,4	624	546	468	312	234
82,8	273	136,5	156	78	331,2	289,8	248,4	165,6	124,2
83,4	244,2	122,1	300	150	333,6	291,9	250,2	166,8	125,1
82,2	195,6	97,8	410,4	205,2	328,8	287,7	246,6	164,4	123,3
76,8	132	66	462	231	307,2	268,8	230,4	153,6	115,2
64,2	74,4	37,2	427,8	213,9	256,8	224,7	192,6	128,4	96,3
42	52,8	26,4	260,4	130,2	168	147	126	84	63
7,8	22,2	11,1	7,2	3,6	31,2	27,3	23,4	15,6	11,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.28. – Valores de Ganho Solar para diferentes frações de envidraçado, orientações e inércias em V3 nos três dias típicos de Verão (parte 3)

Ganhos solares [W]							
Aenv/Apav=30%							
I. Forte							
Sul				Oeste			
gtmáx=0,40	gtmáx=0,30	gtmáx=0,20	gtmáx=0,15	gtmáx=0,25	gtmáx=0,15	gtmáx=0,10	gtmáx=0,05
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
93,6	70,2	46,8	35,1	19,5	11,7	7,8	3,9
213,6	160,2	106,8	80,1	105	63	42	21
297,6	223,2	148,8	111,6	160,5	96,3	64,2	32,1
516	387	258	193,5	192	115,2	76,8	38,4
768	576	384	288	205,5	123,3	82,2	41,1
960	720	480	360	208,5	125,1	83,4	41,7
1075,2	806,4	537,6	403,2	207	124,2	82,8	41,4
1075,2	806,4	537,6	403,2	390	234	156	78
960	720	480	360	750	450	300	150
768	576	384	288	1026	615,6	410,4	205,2
516	387	258	193,5	1156,5	693,9	462,6	231,3
297,6	223,2	148,8	111,6	1074	644,4	429,6	214,8
213,6	160,2	106,8	80,1	664,5	398,7	265,8	132,9
93,6	70,2	46,8	35,1	21	12,6	8,4	4,2
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
91,2	68,4	45,6	34,2	18	10,8	7,2	3,6
213,6	160,2	106,8	80,1	88,5	53,1	35,4	17,7
297,6	223,2	148,8	111,6	133,5	80,1	53,4	26,7
523,2	392,4	261,6	196,2	196,5	117,9	78,6	39,3
775,2	581,4	387,6	290,7	181,5	108,9	72,6	36,3
967,2	725,4	483,6	362,7	261	156,6	104,4	52,2
1082,4	811,8	541,2	405,9	237	142,2	94,8	47,4
1082,4	811,8	541,2	405,9	376,5	225,9	150,6	75,3
967,2	725,4	483,6	362,7	723	433,8	289,2	144,6
775,2	581,4	387,6	290,7	991,5	594,9	396,6	198,3
523,2	392,4	261,6	196,2	1183,5	710,1	473,4	236,7
297,6	223,2	148,8	111,6	1105,5	663,3	442,2	221,1
213,6	160,2	106,8	80,1	865,5	519,3	346,2	173,1
91,2	68,4	45,6	34,2	18	10,8	7,2	3,6
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
88,8	66,6	44,4	33,3	16,5	9,9	6,6	3,3
211,2	158,4	105,6	79,2	102	61,2	40,8	20,4
297,6	223,2	148,8	111,6	157,5	94,5	63	31,5
528	396	264	198	190,5	114,3	76,2	38,1
782,4	586,8	391,2	293,4	204	122,4	81,6	40,8
976,8	732,6	488,4	366,3	207	124,2	82,8	41,4
1092	819	546	409,5	207	124,2	82,8	41,4
1092	819	546	409,5	390	234	156	78
976,8	732,6	488,4	366,3	750	450	300	150
782,4	586,8	391,2	293,4	1026	615,6	410,4	205,2
528	396	264	198	1155	693	462	231
297,6	223,2	148,8	111,6	1069,5	641,7	427,8	213,9
211,2	158,4	105,6	79,2	651	390,6	260,4	130,2
88,8	66,6	44,4	33,3	18	10,8	7,2	3,6
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6.29. – Valores de GHD (>26 ºC) para V1 em cada uma das 3 etapas de simulação

V1 -Viana do Castelo							
Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	gTmáx da Portaria	GH de desconforto (>26ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	
4%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	3,11	0	
		4 Rph	Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	0		
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,60	0		
			Sul	0,60	0		
			Oeste	0,60	0		
		4 Rph	Este	0,60	0		
			Sul	0,60	0		
			Oeste	0,60	0		
10%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	0,88	0	
			Este	0,20	0		
			Sul	0,20	0,25	0	
			Oeste	0,20	9,19	0	
		4 Rph	Norte	0,40	0		
			Este	0,20	0		
			Sul	0,20	0		
			Oeste	0,20	0,83	0	
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	1,22	5,82	0
		4 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	0		
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	36,98	8,96	0
			Este	0,15	9,40	0	
			Sul	0,15	10,73	0	
			Oeste	0,15	29,1	8,65	0,1
		4 Rph	Norte	0,40	6,26	0	
			Este	0,15	0		
			Sul	0,15	0,33	0	
			Oeste	0,15	10,38	0	
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0,88	17,23	0
			Este	0,40	7,26	96,68	10,94
			Sul	0,40	6,53	24,75	12,43
			Oeste	0,40	17,60	-	-
		4 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0,16	0	
			Sul	0,40	0,83	0	
			Oeste	0,40	10,43	0	
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	81,26	66,03	8,92
			Este	0,10	9,40	0	
			Sul	0,10	11,39	0	
			Oeste	0,10	29,22	7,21	0
		4 Rph	Norte	0,40	36,97	1,21	0
			Este	0,10	0		
			Sul	0,10	1,16	0	
			Oeste	0,10	12,40	0	
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	13,72	133,92	16,68
			Este	0,40	30,62	258,03	92,59
			Sul	0,40	23,03	142,37	92,83
			Oeste	0,40	39,90	-	178,28
		4Rph	Norte	0,60	3,53	0	
			Este	0,40	8,99	0	
			Sul	0,40	12,52	0	
			Oeste	0,40	28,99	24,98	2,42

Tabela 6.30. – Valores de GHD (>27 ºC) para V2 em cada uma das 3 etapas de simulação

V2 - Viseu							
Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	gTmáx da Portaria	GH de desconforto (>27ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	
4%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	0		
		4 Rph	Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	0		
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,60	0		
			Sul	0,60	0		
			Oeste	0,60	0		
		4 Rph	Este	0,60	0		
			Sul	0,60	0		
			Oeste	0,60	0		
10%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	0		
			Este	0,20	0		
			Sul	0,20	0		
			Oeste	0,15	0		
		4 Rph	Norte	0,40	0		
			Este	0,20	0		
			Sul	0,20	0		
			Oeste	0,15	0		
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,35	0		
		4 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,35	0		
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	12,18	3,83	0
			Este	0,15	1,92	0	
			Sul	0,15	7,33	0,13	0
			Oeste	0,15	12,82	6,18	0
		4 Rph	Norte	0,40	0,03	0	
			Este	0,15	0		
			Sul	0,15	0		
			Oeste	0,15	2,92	0	
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0,15	-	1,92
			Sul	0,40	0,09	-	1,82
			Oeste	0,35	0,95	-	8,95
		4 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,35	0,03	0	
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	46,83	48,17	0,01
			Este	0,10	1,83	0	
			Sul	0,10	8,85	0,10	0
			Oeste	0,10	14,17	5,42	0
		4 Rph	Norte	0,40	20,03	0,79	0
			Este	0,10	0		
			Sul	0,10	0,36	0	
			Oeste	0,10	4,76	0	
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	11,79	247,25	66,46
			Sul	0,40	11,15	-	58,39
			Oeste	0,30	5,56	154,60	25,34
		4Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	1,09	0,35	0
			Sul	0,40	5,55	4,89	0
			Oeste	0,30	2,79	0,24	0

Tabela 6.31. – Valores de GHD (>28 ºC) para V3 em cada uma das 3 etapas de simulação

V3 - Beja							
Aenv/Apav	Classe de Inércia	Ventilação	Orientação	gTmáx da Portaria	GH de desconforto (>28ºC)		
					3 dias mais quentes		3 dias típicos
					ti=25ºC	ti=auto	
4%	Inércia Fraca	1 Rph	Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	0		
		4 Rph	Este	0,40	0		
			Sul	0,40	0		
			Oeste	0,40	0		
	Inércia Forte	1 Rph	Este	0,60	0		
			Sul	0,60	0		
			Oeste	0,60	0		
		4 Rph	Este	0,60	0		
			Sul	0,60	0		
			Oeste	0,60	0		
10%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	0		
			Este	0,20	0		
			Sul	0,20	0		
			Oeste	0,10	0		
		4 Rph	Norte	0,40	0		
			Este	0,20	0		
			Sul	0,20	0		
			Oeste	0,10	0		
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,35	0		
			Sul	0,35	0		
			Oeste	0,30	0		
		4 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,35	0		
			Sul	0,35	0		
			Oeste	0,30	0		
20%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	11,80	41,76	15,35
			Este	0,10	0		
			Sul	0,10	0,48	3,60	0
			Oeste	0,10	4,38	13,01	0
		4 Rph	Norte	0,40	0,36	0	
			Este	0,10	0		
			Sul	0,10	0		
			Oeste	0,10	0,13	0	
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,35	0		
			Sul	0,35	0		
			Oeste	0,30	0		
		4 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,35	0		
			Sul	0,35	0		
			Oeste	0,30	0		
30%	Inércia Fraca	1 Rph	Norte	0,40	54,99	114,25	71,15
			Este	0,10	8,77	27,32	0
			Sul	0,10	22,54	43,83	0
			Oeste	0,10	28,04	54,73	16,41
		4 Rph	Norte	0,40	31,02	23,99	0
			Este	0,10	0,03	0	
			Sul	0,10	8,44	1,59	0
			Oeste	0,10	16,27	9,88	0
	Inércia Forte	1 Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	1,91	-	-
			Sul	0,40	5,50	-	-
			Oeste	0,25	0,41	-	194,21
		4Rph	Norte	0,60	0		
			Este	0,40	0,32	34,39	1,70
			Sul	0,40	2,28	53,65	0
			Oeste	0,25	0		