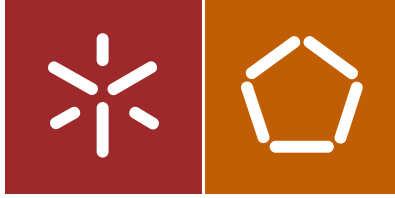




Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Raquel Viana da Fonte

Metodologia para a análise integrada dos  
impactes ambientais e do desempenho  
energético de cenários de reabilitação



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Raquel Viana da Fonte

Metodologia para a análise integrada dos  
impactes ambientais e do desempenho  
energético de cenários de reabilitação

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Ricardo Mateus  
Professora Doutora Manuela Almeida

## **AGRADECIMENTOS**

A realização da presente dissertação não seria possível sem a constante colaboração de Pessoas com P grande, no qual eu apresento desde já os meus profundos e sentidos agradecimentos.

Antes de mais, agradeço aos meus orientadores, Professor Doutor Ricardo Mateus e Professora Doutora Manuela Almeida, por toda a paciência, apoio, orientação e disponibilidade demonstrada. Manifesto ainda a minha enorme gratidão para com o Arquitecto Marco Ferreira pela constante paciência, tranquilidade e partilha de conhecimentos, para que a realização desta dissertação fosse possível.

Agradeço à minha família, em particular ao meu pai por ter estado presente ao longo destes cinco anos, por toda a força e sacrifício que fez para que conseguisse atingir esta meta.

Por fim, agradeço ao Duarte e a todos os meus amigos que de uma forma ou de outra sempre me deram força para lutar e nunca desistir. Só assim é que a realização desta dissertação se tornou possível.



## RESUMO

A construção é um dos principais setores a contribuir para o aumento da economia da União Europeia uma vez que é o setor que gera 10% do PIB e emprega mais de 13,2 milhões de pessoas. No entanto é aquele que consome maior quantidade de recursos naturais utilizando energia de forma intensiva, gerando por sua vez impactes ambientais com uma ordem de grandeza elevada. É ainda responsável pela maior produção de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

Dadas as circunstâncias urge a necessidade de atuar desde as fases preliminares de projeto de um edifício por forma a conhecer os impactes ambientais e o desempenho energético que lhe estão associados. Nos últimos anos, têm surgido várias normas e regulamentos relativos à eficiência energética dos edifícios bem como dos impactes ambientais. Para além deste facto verifica-se que as normas e regulamentos apresentam metodologias bastante complexas tornando-se muito difícil a colocação das mesmas em prática.

Portanto e com o propósito de colmatar estas lacunas, a presente dissertação desenvolveu uma metodologia que permite quantificar em simultâneo o consumo de energia e os impactes ambientais, incluindo as emissões de carbono, resultantes de diferentes cenários de reabilitação de edifícios. Uma vez que não existe qualquer ferramenta desenvolvida que aborde estes dois temas como um só, este trabalho assume grande importância e por isso aplicaram-se alguns dos conceitos do projeto “TABULA” como ponto de partida, sendo posteriormente adicionado o algoritmo correspondente ao arrefecimento bem como uma base de dados que permite determinar quais os impactes ambientais associados aos materiais e/ou elementos construtivos.

Posteriormente, a metodologia foi testada, através de um caso de estudo por forma a verificar a sua aplicabilidade e validade. Por fim, elaborou-se um manual que auxilia os utilizadores no manuseamento da ferramenta desenvolvida.

Palavras – chave: Impactes ambientais, desempenho energético, metodologia, reabilitação energética.



## **ABSTRACT**

Construction is one of the main sectors contributing to the increase of the EU economy since it is the sector that generates 10% of GDP and employs more than 13.2 million people. However it is one that consumes greater amounts of natural resources by using energy intensively, generating in turn environmental impacts with a high order of magnitude. It is also responsible for the increased production of solid, liquid and gaseous waste.

Under the circumstances there is an urgent need to act from the preliminary design stages of a building in order to meet the environmental impacts and energy performance that are associated with it. In recent years, there have been many rules and regulations on the energy consumption of buildings as well as environmental impacts. Apart from this fact it appears that the rules and regulations have very complex methodologies making it very difficult to placing them into practice.

Therefore, and in order to fill these gaps, this thesis developed a methodology for measuring simultaneously the energy consumption and environmental impacts, including carbon emissions arising from different scenarios of rehabilitation of buildings. Since there is no tool developed to address these two issues as one, this work is of great importance and therefore will be apply some of the concepts of "TABULA" project as a starting point, and later added the matching algorithm to cooling and a database for determining which environmental impact associated with the materials and/or construction elements.

Subsequently, the methodology was tested through a case study in order to verify its applicability and validity. Finally, I prepared a manual that assists users in handling the tool developed.

**Keywords:** environmental impacts, energy performance, methodology, energy rehabilitation.





## ÍNDICE GERAL

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Enquadramento .....	1
1.2.	Objetivos e metodologia adotada.....	4
1.3.	Estrutura da dissertação .....	5
	CAPÍTULO 2 .....	7
2.	ESTADO DA ARTE .....	7
2.1.	Desenvolvimento Sustentável – Estratégias da União Europeia .....	7
2.1.1.	2020 Estratégia Europeia.....	7
2.1.2.	Normas que promovem a Sustentabilidade .....	10
2.1.3.	Panorama Português .....	10
2.2.	ANNEX 56 .....	14
2.2.1.	Aspetos gerais.....	14
2.2.2.	Etapas de desenvolvimento do ANNEX 56 .....	16
2.3.	Avaliação integrada dos impactes ambientais e consumo de energia.....	20
2.4.	TABULA .....	22
2.4.1.	Definição da tipologia de construção .....	23
2.4.2.	Procedimento de cálculo.....	27
2.4.3.	“TABULA” WebTool .....	29
2.4.4.	Base de dados .....	29
2.4.5.	Tipologia de construção nacional .....	30
	CAPÍTULO 3 .....	33
3.	METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO .....	33
3.1.	Cálculo das necessidades energéticas de aquecimento .....	33
3.1.1.	Transferência de calor total .....	34

3.1.2.	Ganhos de calor totais .....	41
3.1.3.	Fator de utilização de ganhos .....	47
3.2.	Determinação das necessidades energéticas de arrefecimento .....	48
3.2.1.	Ganhos de calor .....	49
3.2.2.	Fator de utilização de perdas para o arrefecimento .....	66
3.3.	Quantificação das necessidades de energia para preparação de Água Quente Sanitária (AQS) .....	68
3.4.	Classificação das necessidades globais de energia primária.....	70
3.4.1.	Consumo de energia .....	71
3.4.2.	Necessidade global de energia primária não renovável.....	78
3.4.3.	Necessidade global de energia primária renovável .....	79
3.4.4.	Emissões de dióxido de carbono .....	81
3.4.5.	Custos relacionados com a energia.....	83
3.5.	Avaliação do ciclo de vida.....	86
3.5.1.	Situação inicial do edifício .....	86
3.5.2.	Situação após a reabilitação do edifício .....	88
CAPÍTULO 4 .....		93
4.	OBJETO DE ESTUDO .....	93
4.1.	Características geométricas e físicas do edifício no rés-do-chão e 1ºandar.....	94
4.2.	Apresentação dos resultados do rés-do-chão .....	97
4.2.1.	Solução inicial .....	98
4.2.2.	Solução após reabilitação .....	99
4.3.	Apresentação dos resultados do 1º andar.....	103
4.3.1.	Solução inicial .....	103
4.3.2.	Solução após reabilitação .....	104
4.4.	Análise dos resultados obtidos para o rés-do-chão e para o 1ºandar quer para a situação inicial quer para a solução após reabilitação .....	108

---

CAPÍTULO 5 .....	109
5. MANUAL DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA .....	109
CAPITULO 6 .....	129
6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....	129
6.1. Conclusões .....	129
6.2. Proposta de trabalhos futuros.....	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	133
Publicações .....	133
Websites .....	136
ANEXOS .....	139
Anexo I. Materiais aplicados na metodologia e respetivos impactes ambientais.....	139
Anexo II. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo dos ganhos solares na estação de aquecimento .....	146
Anexo III. Base de dados com os tipos de janelas inseridos na ferramenta desenvolvida bem como os impactes ambientais .....	153
Anexo IV. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo dos ganhos solares na estação de arrefecimento .....	190
Anexo V. Parâmetros inseridos no programa para a produção de AQS.....	198
Anexo VI. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo das necessidades de energia global primária para o modo de aquecimento.....	199
Anexo VII. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo das necessidades de energia global primária para o modo de arrefecimento .....	202
Anexo VIII. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo das necessidades de energia global primária para a produção de AQS.....	204
Anexo IX. Base de dados com os tipos de energia e fatores de energia primária para o cálculo da necessidade de energia global primária para o modo de aquecimento, arrefecimento e produção de AQS.....	208
Anexo X. Parâmetros e resultados obtidos no objeto de estudo do rés-do-chão.....	211
Anexo XI. Resultados obtidos no objeto de estudo do 1º andar.....	234

---

Anexo XII. Impactes ambientais decorrentes da situação inicial e após reabilitação no rés-do-chão .....	242
Anexo XIII. Impactes ambientais decorrentes da situação inicial e após reabilitação no 1º andar .....	247
Anexo XIV. Explicação referente ao modo de aquecimento presente no programa.....	252
Anexo XV. Explicação referente ao modo de arrefecimento presente no programa .....	255
Anexo XVI. Explicação referente à produção de AQS presente no programa .....	259
Anexo XVII. Explicação referente ao cálculo da energia global primária presente no programa.....	262
Anexo XVIII. Base de dados com o coeficiente de absorção de radiação solar da superfície do elemento da envolvente opaca.....	289
Anexo XIX. Locais e parâmetros térmicos inseridos no programa.....	290

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil Energético da Europa .....	7
Figura 2. Ponto de equilíbrio esperado entre medidas de conservação energética e emissões de carbono .....	15
Figura 3. Metodologia do ANNEX 56 .....	17
Figura 4. Ângulo de horizonte $\alpha$ .....	43
Figura 5. Entrada de dados na página Web PVGIS.....	46
Figura 6. Saída de dados da página Web PVGIS .....	46
Figura 7. Planta do rés-do-chão e do 1ºandar do caso de estudo.....	94
Figura 8. Constituição das paredes exteriores do rés-do-chão e 1ºandar na situação inicial e após reabilitação .....	95
Figura 9. Constituição do pavimento do rés-do-chão e 1ºandar na situação inicial e após reabilitação .....	95
Figura 10. Constituição da cobertura do rés-do-chão e do 1ºandar na situação inicial e após reabilitação .....	95
Figura 11. Gráfico da integração dos impactes ambientais (GWP) nas necessidades energéticas após reabilitação no rés-do-chão .....	101
Figura 12. Gráfico do "Payback time" afeto à integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas no rés-do-chão.....	102
Figura 13. Gráfico da integração dos impactes ambientais (GWP) nas necessidades energéticas após reabilitação no 1º andar .....	106
Figura 14. Gráfico do "Payback time" afeto à integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas no 1ºandar após reabilitação .....	107
Figura 15. Características gerais do edifício .....	109
Figura 16. Características geométricas do edifício e relação do edifício com condições exteriores .....	110
Figura 17. Parâmetros de entrada principais para determinar as necessidades de energia para aquecimento.....	110
Figura 18. Parâmetros de entrada principais para determinar as necessidades de energia para arrefecimento .....	111

Figura 19. Parâmetros necessários para determinar a necessidade de energia para preparação de AQS .....	111
Figura 20. Composição dos elementos construtivos na situação inicial .....	112
Figura 21. Introdução dos parâmetros necessários para cálculo do $F_{sh}$ .....	112
Figura 22. Dados necessários para o cálculo dos ganhos solares na estação de aquecimento	113
Figura 23. Parâmetros necessários para o cálculo de $F_{sh}$ na estação de arrefecimento .....	113
Figura 24. Parâmetros necessários para a quantificação do fator solar na estação de arrefecimento .....	114
Figura 25. Parâmetros necessários para a quantificação do fator solar na estação de arrefecimento (cont.) .....	114
Figura 26. Parâmetros necessários para o cálculo dos ganhos solares no período de arrefecimento .....	115
Figura 27. Dados necessários para a quantificação dos ganhos opacos na estação de arrefecimento .....	115
Figura 28. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento .....	116
Figura 29. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento (cont.).....	116
Figura 30. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento (cont.).....	116
Figura 31. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento (cont.).....	117
Figura 32. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de arrefecimento .....	117
Figura 33. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de arrefecimento (cont.).....	117
Figura 34. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS.....	118
Figura 35. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS (cont.) .....	118
Figura 36. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS (cont.) .....	118

---

Figura 37. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS (cont.) .....	119
Figura 38. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária para o modo de aquecimento.....	120
Figura 39. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária não renovável para o aquecimento.....	120
Figura 40. Dados necessários para o cálculo das emissões de carbono do aquecimento .....	121
Figura 41. Dados necessários para o cálculo dos custos relacionados com a energia para o aquecimento.....	121
Figura 42. Dados necessários para o cálculo dos custos relacionados com a energia para o arrefecimento .....	123
Figura 43. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária para a preparação de AQS .....	123
Figura 44. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária não renovável para a preparação de AQS .....	124
Figura 45. Dados necessários para o cálculo das emissões de carbono para a preparação de AQS.....	124
Figura 46. Dados necessários para o cálculo dos custos relacionados com a energia para a preparação de AQS.....	125
Figura 47. Composição dos elementos construtivos na solução após reabilitação .....	125
Figura 48. Impactes ambientais associados aos materiais adicionados a cada elemento construtivo na solução após reabilitação .....	126
Figura 49. Impactes ambientais associados ao transporte dos materiais adicionados a cada elemento construtivo na solução após reabilitação.....	126





## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Classificação das habitações dos parceiros do "TABULA" .....	24
Tabela 2. Estrutura do projeto "TABULA" .....	26
Tabela 3. Estrutura do "TABULA" (cont.).....	27
Tabela 4. Classificação do coeficiente de transmissão térmica linear.....	36
Tabela 5. Classificação da taxa sobre todos os valores de $U_{eff,i}$ .....	36
Tabela 6. Classificação da resistência térmica adicional ( $R_{add}$ ) .....	37
Tabela 7. Classificação do fator de correção adimensional para aquecimento não uniforme..	38
Tabela 8. Classificação da troca do ar por infiltração segundo o "TABULA" .....	41
Tabela 9. Classificação da fração envidraçada para o aquecimento.....	44
Tabela 10. Classificação da fração envidraçada para o arrefecimento.....	51
Tabela 11. Classificação da fração do tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados.....	52
Tabela 12. Classificação da troca do ar por infiltração segundo o projeto "TABULA" .....	62
Tabela 13. Indicadores ambientais .....	87
Tabela 14. Descrição dos elementos construtivos do edifício em estudo .....	96
Tabela 15. Descrição dos elementos construtivos após reabilitação .....	96
Tabela 16. Descrição dos vãos envidraçados do edifício em estudo.....	97
Tabela 17. Descrição dos vãos envidraçados do edifício em estudo.....	97
Tabela 18. Quadro resumo da energia utilizada em cada necessidade energética .....	97
Tabela 19. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento no rés-do-chão na situação inicial.....	98
Tabela 20. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento no rés-do-chão na situação inicial.....	98
Tabela 21. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS no rés-do-chão na situação inicial .....	99
Tabela 22. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária no rés-do-chão na situação inicial.....	99
Tabela 23. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento após reabilitação no rés-do-chão.....	99

Tabela 24. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento após reabilitação no rés-do-chão.....	100
Tabela 25. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS após reabilitação no rés-do-chão.....	100
Tabela 26. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária após reabilitação no rés-do-chão.....	100
Tabela 27. Impactes ambientais da energia na situação inicial no rés-do-chão .....	101
Tabela 28. Impactes ambientais da solução após reabilitação no rés-do-chão.....	102
Tabela 29. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento no 1ºandar na situação inicial .....	103
Tabela 30. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento no 1ºandar na situação inicial .....	103
Tabela 31. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS no 1ºandar na situação inicial .....	104
Tabela 32. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária no 1ºandar na situação inicial .....	104
Tabela 33. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento após reabilitação no 1ºandar .....	104
Tabela 34. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento após reabilitação no 1ºandar .....	105
Tabela 35. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS após reabilitação no 1ºandar .....	105
Tabela 36. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária após reabilitação no 1ºandar .....	105
Tabela 37. Impactes ambientais da energia na situação inicial no 1º andar .....	106
Tabela 38. Impactes ambientais da solução após reabilitação no 1º andar .....	107
Tabela 39. Fatores de energia primária para o arrefecimento .....	122
Tabela 40. Fatores de energia primária não renovável para o arrefecimento.....	122
Tabela 41. Fatores de emissões de carbono para o arrefecimento.....	122

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ADENE – Agência para a energia

ANNEX 56 – Cost Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building  
Renovation Project

AQS – Água Quente Sanitária

BIM - Building Information Modeling

$b_{tr,i}$  – Coeficiente de transmissão térmica linear

CEN - European Committee for Standardization

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

EPC – Certificado de desempenho energético

f – Número de unidades a serem tidas em conta

F<sub>f</sub> – Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado,  
compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício

F<sub>h</sub> – Fator de sombreamento do horizonte por obstruções exteriores ao edifício ou por outros  
elementos do edifício

F<sub>mv</sub> – Fração do tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram  
totalmente ativados

F<sub>o</sub> – Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes aos envidraçados  
compreendendo palas e varandas

$F_{sh}$ - Fator de obstrução do vão envidraçado

$g_T$ - Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados

$g_{\perp,vi}$ - Fator solar do vidro para uma incidência solar normal à superfície do vidro, conforme informação do fabricante

$g_{Tvc}$ - Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado, para uma incidência solar normal à superfície do vidro

$g_{TP}$ - Fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes

GWP – Potencial de aquecimento global

IEA – Agência Internacional de Energia

INE- Instituto Nacional de Estatística

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

ITECons – Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção

ITE 50 - Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios

$I_{sol,j}$  – Energia solar média global

LCIA – Life Cycle Impact Analysis

PVGIS – Photovoltaic Geographical Information System

$R_{add}$  – Resistência térmica adicional devido à fronteira com espaços não aquecidos para cada elemento de construção

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização nos Edifícios

UE – União Europeia

$U_{eff,i}$  – Coeficiente de condutibilidade térmica efetivo do elemento  $i$

$V_{w,day}$  – Volume de Água Quente Sanitária (AQS) necessária por dia em temperaturas especificadas

$V_{w,f,day}$  – Litros de Água Quente Sanitária (AQS) gastos por unidade por dia

$\Delta U_{tbr}$  – Taxa sobre todos os valores de  $U_{eff,i}$

$\theta_{w,del}$  – Temperatura da água de distribuição

$\theta_{w,0}$  – Temperatura da água fria



## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. Enquadramento

O presente trabalho surge integrado no projeto internacional ANNEX 56, onde se pretende desenvolver uma metodologia que permita quantificar os custos associados à reabilitação energética, adotando medidas de conservação e eficiência energética bem como tecnologias e formas que promovam o uso de energias renováveis (ANNEX 56, 2012).

Falar em Construção Sustentável é hoje quase uma banalidade (Ascenso, 2013). No entanto e apesar de atualmente este tema ser muito abordado, muitos dos conceitos são misturados acabando por se perder o essencial. Hoje em dia, a Construção Sustentável já não é um paradigma através do qual apenas os especialistas a podiam compreender uma vez que toda a população está consciente da importância que a sustentabilidade assume no dia-a-dia e nos tempos futuros. Assim, sabe-se que pela sua importância, o crescimento económico e o desenvolvimento social dependem da ordem ambiental.

Atualmente verifica-se uma grande preocupação ao nível dos impactes ambientais gerados na sociedade. A população está consciente da importância de reduzir os encargos criados pela evolução do tempo e do estilo de vida que leva (Martins, 2013).

A União Europeia tem sentido de perto estas preocupações e por isso instalou normas e metas com o objetivo de suprir a degradação do meio ambiente aproveitando por outro lado os recursos naturais que este dá.

O aquecimento global é uma das grandes preocupações mundiais e por isso no acordo de Copenhaga este foi limitado em 2°C até 2020. No entanto devido a políticas ambientais de outros países espera-se um aumento de 2 a 3°C na temperatura global.

Apesar do setor da construção civil ser aquele que mais contribui para o crescimento da economia também é aquele que é responsável por mais de 50% de materiais extraídos da terra e ainda o que gera mais resíduos, cerca de 450 milhões de toneladas (Comissão Europeia, 2007).

Relativamente ao consumo de energia, os edifícios são os que mais consomem (40%) em relação à energia total consumida pelos Estados – Membros. Tal facto levou a que os países integrantes na UE se comprometessem a reduzir esta percentagem de energia para metade, por forma a cumprir o estabelecido no protocolo de Quioto (Martins, 2013). Em Portugal, prevê-se que o dispêndio de energia no que concerne ao setor da construção, nomeadamente edifícios se aproxime dos 22% (Anfaje 2013).

De acordo com o contexto apresentado depreende-se que, por forma a ser possível reduzir o consumo de energia na União Europeia, bem como cumprir as metas de redução das emissões de dióxido de carbono definidos no protocolo de Quioto é impreterível aumentar a eficiência energética dos edifícios, nomeadamente os destinados à habitação (Poel et al., 2007).

É neste contexto de subordinação energética e de mutações climáticas que emerge a necessidade de reconsiderar as premissas em volta do dispêndio de energia no parque habitacional, priorizando-se o aperfeiçoamento da eficiência energética e a fonte de energia em matéria de política europeia (Tavares, 2013).

Quanto aos materiais, a União Europeia estabeleceu que as taxas de reutilização, reciclagem e recuperação deviam aumentar até 70% demonstrando o interesse em desenvolver políticas com o intuito de minimizar os impactes ambientais (Comissão Europeia, 2007).

Assim, dada a importância e preocupação que se faz sentir devido aos factos referidos, a UE instalou a meta dos 20-20-20 que passa por:

- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa da UE em, pelo menos, 20% em relação aos níveis de 1990;
- Aumentar para 20% a parte da energia proveniente de fontes renováveis no consumo da UE;



- Melhorar a eficiência energética a fim de reduzir em 20% o consumo de energia primária, em relação aos níveis previstos (União Europeia, 2013).

Dado o contexto apresentado é necessário desenvolver uma metodologia que permita, desde as fases mais preliminares de projeto, auxiliar as equipas de projeto a prever quais os impactes ambientais, bem como a energia associados a um projeto de reabilitação energética, possibilitando a comparação de várias soluções e escolhendo aquela que está associada a menores impactes e menor consumo de energia durante o ciclo de vida do edifício.

O programa assume extrema importância visto que as necessidades energéticas do edifício e os impactes ambientais do mesmo podem ser conhecidos bastando introduzir os materiais que constituem o edifício bem como aqueles que serão adicionados na reabilitação, as características geométricas da infraestrutura e ainda os equipamentos que lá se encontram instalados ou que poderão ser renovados. Neste sentido o programa permite através da introdução de parâmetros básicos, quantificar aspetos essenciais acerca de cada cenário de reabilitação de um edifício, quer na fase inicial de projeto quer na fase de utilização. Os aspetos que o mesmo permite quantificar são as necessidades de energia para aquecimento, arrefecimento, preparação de Água Quente Sanitária (AQS), energia global primária, avaliação do ciclo de vida do edifício e integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas do mesmo.

O programa auxiliará os projetistas na escolha de cenários de reabilitação mais sustentáveis, no sentido em que o mesmo dará conhecimento da importância dos impactes ambientais associados a um determinado material utilizado na construção e/ou reabilitação de um edifício à medida que o consumo energético diminui. Tal facto assume elevada relevância uma vez que é necessário ter em conta os benefícios que um material apresenta no campo energético, assim como os impactes ambientais que acarreta, por forma a se poder optar pelo cenário mais equilibrado.

É de notar que a escolha dos materiais deve ser bastante criteriosa, cujo objetivo passa por optar por aquele que contenha o menor consumo energético e impacte ambiental. No entanto muitas das vezes tal não é possível e um exemplo disso é o caso dos isolamentos. Este tipo de material conduz a menores consumos de energia durante a fase de operação dos edifícios quando se aumenta a espessura do mesmo. Contudo, a partir de um certo ponto, o aumento da

espessura do isolamento não se traduz em qualquer melhoria ao nível do desempenho energético dos edifícios podendo mesmo prejudicar o mesmo, resultando num agravamento do impacto ambiental causado pela utilização de quantidades excessivas de material.

Deste modo na presente dissertação desenvolveu-se uma metodologia que permite encontrar o ponto de equilíbrio da reabilitação energética, ou seja, o cenário que conduz ao menor consumo energético através do menor custo e impacto ambiental de ciclo de vida possível, para cada cenário de reabilitação concreto.

## **1.2. Objetivos e metodologia adotada**

O presente trabalho tem o objetivo de desenvolver uma metodologia que permita, desde as fases mais preliminares de projeto, determinar em simultâneo os impactos ambientais bem como o desempenho energético do edifício, resultante da aplicação de materiais e/ou elementos construtivos (medidas de reabilitação energética) em edifícios existentes. Assim, esta ferramenta permite numa fase inicial de projeto conhecer qual a melhor solução a aplicar no edifício, uma vez que é possível fazer comparações entre as diversas opções de projeto, com base nas previsões obtidas pela metodologia. Desta forma, a metodologia desenvolvida tem o intuito de poder ser utilizada e entendida facilmente por qualquer utilizador bem como gerar conhecimento, por forma a colmatar a lacuna respeitante à inexistência de um método que permita integrar os impactos ambientais, associados aos materiais utilizados nas operações de reabilitação, com o consumo energético associado à operação dos edifícios.

Para que a metodologia pudesse ser desenvolvida, inicialmente reuniu-se toda a informação acerca desta temática no estado da arte para que pudessem ser adquiridos todos os conhecimentos relativos ao tema, apesar de não existirem muitos dados uma vez que se trata de um trabalho pioneiro.

Utilizou-se uma folha de cálculo para a conceção da ferramenta, sendo posteriormente desenvolvidos e inseridos os algoritmos correspondentes às necessidades energéticas, nomeadamente para aquecimento, arrefecimento, produção de Água Quente Sanitária e energia global primária. Quanto ao aquecimento e arrefecimento, estes parâmetros basearam-se na norma ISO 13790 (2008), no projeto “TABULA” (2013) e no REH (2013) enquanto que

a componente das necessidades de energia para preparação de Água Quente Sanitária e energia global primária desenvolveram-se de acordo com a norma EN 15316-3-1 (2007) e prEN 15603 (2007) respetivamente.

Como o objetivo da ferramenta consiste em aliar os impactes ambientais ao desempenho energético, desenvolveu-se uma base de dados de impactes ambientais, baseada nos valores do inventário de ciclo de vida publicada pela Ecoinvent. Esta base de dados reúne a quantificação dos impactes ambientais dos materiais e/ou elementos construtivos.

Após o desenvolvimento do programa, o mesmo foi testado através da sua aplicação a um caso de estudo. Por fim, elaborou-se um guia que auxiliará as equipas de projeto a manusear corretamente a metodologia.

### **1.3. Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos distintos nomeadamente, a introdução, o estado da arte, a metodologia da investigação, o objeto de estudo, o manual de apoio ao utilizador e as conclusões.

No primeiro capítulo, realiza-se o enquadramento ao tema em estudo bem como os objetivos delineados e apresenta-se a estrutura da presente dissertação.

O segundo capítulo, estado da arte, contempla toda a informação existente acerca da temática em estudo por forma a auxiliar o enquadramento do tema do trabalho bem como a área que se pretende atingir. Assim este capítulo aborda o desenvolvimento sustentável no que diz respeito às estratégias da União Europeia, o projeto internacional ANNEX 56 no qual a presente dissertação se encontra inserida, os trabalhos anteriores realizados neste domínio e ainda o projeto “TABULA” (2013) que serviu como ponto de partida para a elaboração da presente dissertação.

No terceiro capítulo, metodologia da investigação, apresenta-se a metodologia desenvolvida para a análise conjunta dos impactes ambientais e desempenho energético de cenários de reabilitação energética de edifícios. Inicialmente desenvolveram-se os algoritmos para a necessidade de energia afetos ao aquecimento, arrefecimento, preparação de Água Quente

Sanitária (AQS) e necessidades globais de energia primária. Por fim, integrou-se a avaliação do ciclo de vida com as necessidades energéticas da construção.

No quarto capítulo, objeto de estudo, testa-se e verifica-se a aplicabilidade prática do programa desenvolvido comparando os resultados obtidos com os do REH (2013), das necessidades energéticas para um edifício localizado na cidade do Porto, com os do programa desenvolvido. Os resultados alcançados são bastante animadores uma vez que não se verificaram grandes divergências quando comparados com os obtidos através do REH (2013). O programa é fácil de manusear uma vez que apenas é necessária a introdução dos materiais que constituem os elementos construtivos que compõem a estrutura bem como os que serão adicionados, as características geométricas, físicas e equipamentos existentes no edifício em causa. Assim o programa pretende apoiar as equipas de projeto, nomeadamente os responsáveis pela certificação energética na seleção de cenários de reabilitação otimizados.

No quinto capítulo, manual de apoio ao utilizador, desenvolveu-se um guia que mostra de forma simplificada, através de ilustrações e frases simples, como é que o utilizador pode utilizar o programa elaborado.

O sexto e último capítulo, para além de abordar de forma sintética o conteúdo da dissertação, apresenta as principais conclusões extraídas da dissertação bem como sugestões para a realização de trabalhos futuros.

De salientar a existência dos anexos, que apesar de não ser considerado um capítulo, contém todas as bases de dados inseridas no programa bem como os dados inseridos para o caso de estudo.

## CAPÍTULO 2

### 2. ESTADO DA ARTE

#### 2.1. Desenvolvimento Sustentável – Estratégias da União Europeia

##### 2.1.1. 2020 Estratégia Europeia

Atualmente verifica-se uma grande preocupação em matéria de emissões de carbono, nomeadamente o aquecimento global, bem como com a constante degradação do meio ambiente e utilização insustentável de recursos naturais. Assim, a União Europeia decidiu implantar medidas com o intuito de promover o desenvolvimento sustentável através de uma utilização correta dos recursos naturais disponíveis na esperança de alcançar um mundo hipocarbónico (Comissão Europeia, 2010).

##### (i) Energia consumida pelos Estados – Membros

Devido aos recursos naturais disponíveis, às políticas nacionais existentes, ao financiamento disponível, aos progressos tecnológicos e ao desenvolvimento do mercado interno verifica-se que os Estados Membros da União Europeia (EU) recorrem a diferentes fontes de energia quando comparados uns com os outros. No entanto, todos eles consomem energia em excesso, sendo que, em 2011 as necessidades energéticas totais da União Europeia, no que diz respeito ao consumo interno bruto, foram asseguradas pelas energias renováveis, energia nuclear, combustíveis sólidos, gás e petróleo, conforme se pode verificar na figura 1:

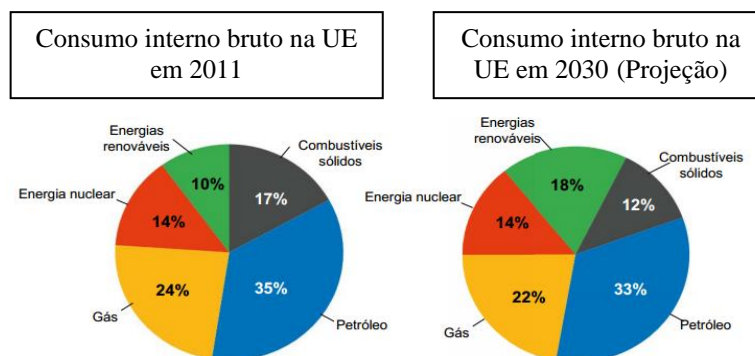


Figura 1. Perfil Energético da Europa (Comissão Europeia, 2013)

A visão é otimista e por isso espera-se que em 2030, as energias renováveis possam servir como fonte de energia para muitos dos Estados Membros evitando que os mesmos consumam energia que implique o consumo de recursos e degradação do meio ambiente.

## **(ii) Meta dos 20-20-20**

As diferenças entre os Estados – Membros são evidentes. Contudo, todos pretendem atingir os mesmos objetivos, nomeadamente a competitividade, segurança do aprovisionamento e sustentabilidade. Para que estas metas sejam atingidas, todos os responsáveis pelo seu Estado definiram três grandes objetivos a atingir até 2020 (União Europeia, 2013):

- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa da UE em, pelo menos, 20% em relação aos níveis de 1990. A União Europeia propôs aumentar de 20 para 30% este objetivo, caso as outras grandes economias se comprometam a efetuar reduções semelhantes ou contribuam de outra forma sempre com o propósito de atingir esta meta;
- Aumentar para 20% a parte da energia proveniente de fontes renováveis no consumo da UE;
- Melhorar a eficiência energética a fim de reduzir em 20% o consumo de energia primária, em relação aos níveis previstos.

Para além destes três objetivos, a estratégia 20-20-20 fixou uma meta de incorporação de 10% de energias renováveis no setor dos transportes até 2020.

## **(iii) Ponto de situação da meta dos 20-20-20 no ano de 2011**

Quanto ao primeiro objetivo, em 2011 verificou-se que as emissões de gases com efeito de estufa se situavam abaixo dos 16% em relação a 1990. Relativamente ao segundo objetivo constatou-se que em 2011 a energia proveniente de fontes renováveis se encontrava nos 13%.

Apesar de ser um valor razoável, a Comissão Europeia sugeriu que o mercado da energia, os regimes de auxílio e os mecanismos de cooperação deveriam ser intensificados por forma a atingir a meta dos 20%. Por fim, verificou-se que o terceiro objetivo apenas decresceu muito

ligeiramente devido à crise económica instalada, à eficácia das políticas em vigor e à diminuição da intensidade energética da indústria da União Europeia (Comissão Europeia, 2013).

Se a meta dos 20-20-20 for atingida será possível poupar 100 biliões de euros e cerca de 780 milhões de toneladas de dióxido de carbono por ano (Carvalho,2013).

#### **(iv) Tecnologia e inovação**

Para que os objetivos da União Europeia em termos energéticos e ambientais possam ser atingidos a um custo economicamente sustentável é essencial a aposta na tecnologia e inovação por forma a modernizar as infraestruturas atuais. Assim em 2007 a Comissão Europeia elaborou o Plano Energético Europeu para as Tecnologias Energéticas.

Neste sentido, para que a Europa alcance os objetivos definidos para 2020 e 2050 em matéria de emissões de gases com efeito de estufa, energias renováveis e eficiência energética é imprescindível o desenvolvimento de novas tecnologias com uma maior produtividade. Desta forma será exigido um maior esforço da investigação científica que permitirá desenvolver equipamentos com o intuito de satisfazer os requisitos.

A energia eólica, solar ou os biocombustíveis de segunda geração representam a energia de baixo teor em carbono. Como a Europa dispõe em grande quantidade de energias renováveis, deve apostar no desenvolvimento da tecnologia de energia com baixo teor em carbono devido ao seu potencial.

Por forma a tirar partido das oportunidades que surgem na União Europeia, urge a necessidade de organizar e colocar em prática de forma mais eficiente, ações destinadas ao desenvolvimento de novas tecnologias de energia com o intuito de reduzir custos e promover o seu lançamento no mercado, daí a razão do Plano Energético Europeu para as Tecnologias Energéticas (Carvalho,2013).

## **2.1.2. Normas que promovem a Sustentabilidade**

A União Europeia desenvolveu, para além da meta dos 20-20-20, normas para melhorar o desempenho energético dos edifícios, regular o fluxo dos resíduos e determinar requisitos para os materiais de construção.

A Diretiva 2010/31/EU é uma norma que está em vigor e pretende aumentar a eficiência energética dos edifícios, encontrando-se repartida em duas fases (Ferreira & Pinheiro, 2011). A primeira fase destina-se a edifícios novos e já existentes bem como a grandes obras de reabilitação que devem ter um desempenho energético mínimo sendo o mesmo determinado a nível nacional. A segunda fase intitulada “Edifícios com energia quase nula” será obrigatória em 2020 para os novos edifícios e em 2018 para todas as novas infraestruturas públicas ou ocupadas (Diretiva 2010/31/EU).

Quanto aos resíduos, a Diretiva 2008/98/CE é aquela que regula o fluxo de resíduos na União Europeia tendo entrado em vigor a 12 de Dezembro de 2008. Esta diretiva é auxiliada por uma outra de carácter bastante importante, a Diretiva 2000/532/EC, que classifica por categorias os tipos de resíduos através da atribuição de um código. Desta forma são elaboradas listagens com a classificação dos resíduos permitindo uma manutenção adequada dos mesmos. Para que estas listas estejam atualizadas, devem ser revistas regularmente de acordo com a última revisão de 2008 (Martins, 2013).

A União Europeia é detentora de outro tipo de políticas que têm o objetivo de promover a redução dos impactes ambientais de materiais como a Diretiva Eco – design (2009/125/EC), destinada a materiais relacionados com a energia e a Eco-label (66/2010/EC) que certifica produtos com impactes ambientais durante todo o seu ciclo de vida (Martins, 2013).

## **2.1.3. Panorama Português**

Em Portugal, a principal fonte de informação acerca do parque imobiliário construído é o Instituto Nacional de Estatística (INE) que regista numa base anual, as novas construções. Integrados no INE, existem ainda os Censos que se realizam de 10 em 10 anos, dos quais é



possível obter informações acerca da população residente nomeadamente famílias, edifícios e habitações. Os Censos de 2011 afirmam que existem cerca de 5,9 milhões de edifícios destinados à habitação em Portugal para um total de 4,1 milhões de famílias. Dos 5,9 milhões de edifícios existentes, cerca de 73% estão ocupados pelos proprietários enquanto que 20% dos mesmos estão arrendados (Censos, 2011).

O primeiro documento legal a existir em Portugal acerca do desempenho energético de edifícios foi publicado em 1990 denominado por RCCTE: “Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios” (Decreto-Lei 40/90 de 6 de Fevereiro). O RCCTE tinha o intuito de melhorar a qualidade térmica dos edifícios sem que com isso aumentasse o consumo de energia, aumentando o conforto interno dos utentes das habitações.

O regulamento referido impulsionou os projetistas e utilizadores finais a aplicar o conceito de Edifícios Solares Passivos (ESP). Com o ESP pretendeu-se aperfeiçoar o comportamento térmico dos edifícios na estação de aquecimento (Inverno) e de arrefecimento (Verão) recorrendo à inserção de várias condicionantes nas envolventes dos edifícios, com o intuito de melhorar as condições de conforto térmico (Mateus, 2004).

A 4 de Abril de 2006 surgiu a atualização do Decreto-Lei 40/90 de 6 de Fevereiro que passou a integrar o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) e o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios (RSECE) correspondendo à transposição para direito nacional da Diretiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro (ADENE, 2011).

Uma vez que cerca de 80% dos edifícios foram construídos antes da entrada em vigor do RCCTE, a maior parte dos mesmos não apresenta qualquer material de isolamento térmico e por isso o seu desempenho térmico não assegura os requisitos de conforto atuais. Embora esta realidade seja conhecida, a reabilitação ainda não é prática comum em Portugal e por isso um grande esforço deve ser feito neste sentido nos próximos anos (Almeida, Bragança, Mateus, 2007).

Quanto à climatização dos edifícios, existiu um primeiro regulamento a nível nacional denominado por RSECE: “Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização nos Edifícios” (Decreto – Lei 118/98 de 7 de Maio). O RSECE aplicava-se a edifícios com

elevado consumo de energia relativamente ao aquecimento e/ou arrefecimento. Desta forma o regulamento em causa destinava-se essencialmente a edifícios de serviços, e ainda a habitações cujos sistemas de regulação de temperatura interior continham uma potência superior a 25 KW (Mateus, 2004). Em 2006, o RSECE foi atualizado integrando um pacote legislativo composto pelos Decretos-Lei 78/2006 e 80/2006.

Em Portugal, a implementação do processo de certificação do desempenho energético de edifícios atravessou várias fases, nomeadamente (TABULA Project Team, 2010):

- 3 de Julho de 2006: Revisão das normas técnicas em vigor para novos edifícios residenciais e não residenciais;
- 1 de Julho de 2007: Certificação de todo o tipo de edifícios novos com área superior a 1000 m<sup>2</sup> cuja licença de construção tenha sido solicitada;
- 1 de Julho de 2008: Aprovação de todos os edifícios residenciais e não residenciais novos, independentemente da sua área, para o qual a licença de construção tenha sido pedida;
- 1 de Janeiro de 2009: Certificação de todos os edifícios, novos e existentes, residenciais e não residenciais.

Recentemente surgiu a atualização do RCCTE (2006) bem como do RSECE (2006), que transferiu para o direito português a Diretiva 2010/31/EU de 19 de Maio relativa ao desempenho energético de edifícios tal como indica o (ITeCons, 2013): “O Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto revoga os anteriores Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE - DL78/2006 de 4 de Abril), Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE - DL80/2006 de 4 de Abril) e Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE - DL79/2006 de 4 de Abril). No que diz respeito ao desempenho energético de edifícios de habitação, para além de alterações ao nível dos requisitos térmicos e energéticos, são preconizadas alterações nas metodologias de cálculo do desempenho energético.”

Desta forma o REH (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação) estabeleceu a ambição de evoluir os requisitos energéticos para um horizonte temporal no máximo até 2020. Assim, o regulamento referido atualizou os requisitos de qualidade térmica introduzindo parâmetros de eficiência energética para os principais tipos de sistemas técnicos

dos edifícios. Promove ainda a utilização de fontes de energia renovável, especialmente o aproveitamento dos recursos solares, abundantes em Portugal. Para além dos objetivos enunciados o REH tem o intuito de definir o conceito de edifício com necessidades quase nulas de energia, que entrará em vigor em 2020 para novas construções e em 2018 para edifícios novos de entidades públicas (apcmc, 2014).

A Comissão Europeia, em janeiro de 2014, apresentou novas metas para 2030 no que diz respeito ao clima e energia com o intuito de obter uma economia competitiva, segura e hipocarbónica. Assim, a Comissão Europeia pretende que exista baixo teor de carbono bem como um sistema energético competitivo e seguro que garanta energia a um preço acessível para todos os consumidores, reduza a dependência das importações de energia e crie novas oportunidades de crescimento e emprego. Os critérios fundamentais, definidos para 2030 pela Comissão Europeia são:

- Redução dos gases com efeito de estufa;
- Recurso a energias renováveis;
- Eficiência energética;
- Energia competitiva, acessível e segura.

Quanto à certificação do desempenho energético de edifícios, a mesma é realizada por um perito qualificado que posteriormente introduzirá os dados necessários num sistema online obtendo o certificado da construção em causa. Os dados introduzidos serão armazenados numa base de dados relativa aos certificados de energia. De acordo com as informações que a base de dados contém é possível constatar a existência de alguns padrões, nomeadamente (Arvanitakis,2009):

- Para que a classificação de energia passe de 40% para 85%, por forma a que a classe energética tenha pelo menos classe B, prevê-se que seja necessário um investimento privado de 23500 milhões de euros;
- Verifica-se que existe um número significativo de habitações construídas no século XX com baixa eficiência energética (classificadas de B a G). No entanto, os edifícios construídos entre 2000 e 2009 apresentam uma eficiência energética bastante elevada.

A entidade responsável pela certificação energética em Portugal é a ADENE, que desde 2007 tem recolhido informações acerca do estado atual das habitações residenciais em termos

energéticos, a sua localização, distribuição, bem como formas de melhoria da classificação energética de um edifício. No final do ano de 2009, a ADENE já tinha no seu banco de dados cerca de 200 000 registos (Santos, 2008).

A existência de uma base de dados é fundamental para fornecer indicações sobre uma variedade de aspetos ligados ao setor da construção. Um exemplo disso é que a partir da base de dados é possível definir quais os tipos de edifícios que existem em Portugal de acordo com um intervalo de tempo que estabelece o ano em que a habitação foi construída.

## **2.2. ANNEX 56**

### **2.2.1. Aspetos gerais**

O projeto internacional “Cost Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation”, mais conhecido por ANNEX 56 surge integrado nos objetivos estabelecidos pela Agência Internacional de Energia (IEA) relativamente à implementação de conservação energética em edifícios. Este programa é constituído por vários países, entre os quais Portugal, e é neste âmbito que o tema da presente dissertação surge, assumindo grande importância num tema de elevado interesse nos tempos atuais.

A construção civil é aquela que gera maior economia mas também a que mais energia consome. Este setor torna-se o mais propício para a redução do consumo de energia bem como das emissões de carbono uma vez que as construções possuem um ciclo de vida bastante elevado e os edifícios antigos são bastante ineficientes devido à falta de regulamentação energética aquando a sua construção (ANNEX 56, 2012).

Para precaver um aumento da emissão de gases de efeito de estufa deve-se optar pela reabilitação de edifícios existentes apostando em medidas de conservação energética bem como em medidas que incentivem ao uso de energias renováveis produzidas, de preferência, no local.

Verifica-se que as normas existentes para a reabilitação de construções apresentam um elevado grau de complexidade para serem postas em prática no que concerne ao seu procedimento e têm um custo particularmente elevado levando a que os proprietários dos

edifícios declinem o processo de reabilitação. Contudo, este procedimento pode ser simplificado se forem adotados procedimentos que considerem a produção de energias renováveis no local levando a uma redução do custo da obra (ANNEX 56, 2012).

Desta forma, no ANNEX 56, pretende-se desenvolver uma metodologia que permita quantificar os custos que a reabilitação de um edifício acarreta, adotando medidas de conservação e eficiência energética bem como tecnologias e formas que promovam o uso de energias renováveis. A metodologia permitirá estabelecer um limite para a emissão de gases de efeito de estufa e para o custo da energia, para além de ser possível combinar diferentes medidas de eficiência energética bem como promover a utilização de energias renováveis. Este projeto tem como finalidade auxiliar o governo para a conceção de normas ou ainda ser utilizado por empresas privadas para a implementação de soluções de reabilitação (ANNEX 56, 2012).

O ANNEX 56 tem como principal objetivo identificar o ponto de equilíbrio entre medidas de eficiência energética e formas de redução de emissões de carbono, ou seja, pretende descobrir o quão longe é possível ir aplicando estratégias de conservação energética e de que forma a captação de energias renováveis contribui no aspeto económico. Esta avaliação será elaborada numa perspetiva custo/benefício com o intuito de selecionar a solução que melhor se adequa à operação de reabilitação (Figura 2).

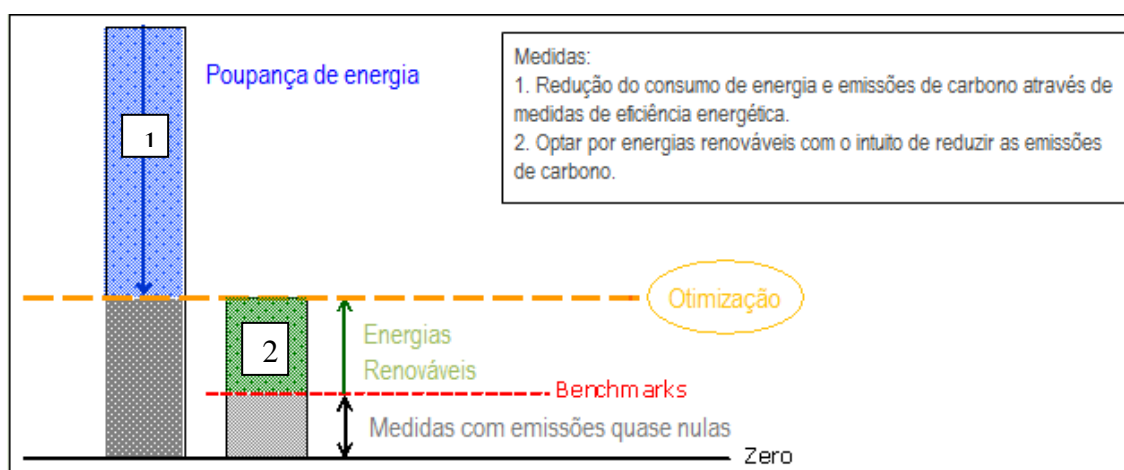


Figura 2. Ponto de equilíbrio esperado entre medidas de conservação energética e emissões de carbono (ANNEX 56,2012)

Para além deste objetivo, considerado o que assume maior importância, o projeto pretende ainda desenvolver ferramentas para auxiliar as entidades responsáveis a tomar decisões.

Assim serão selecionados casos de estudo que demonstrem situações de sucesso, com o intuito de encorajar os indivíduos responsáveis a aplicar soluções de reabilitação eficientes com baixos custos de acordo com os objetivos do projeto (ANNEX 56, 2012).

O projeto internacional, ANNEX 56, pretende reduzir o consumo de energia e emissões de carbono recorrendo a um investimento financeiro mínimo e ainda minimizar incómodos aos utilizadores bem como evitar obras com grande duração. Logo, através da implementação de obras de reabilitação será possível melhorar o conforto e a qualidade dos ocupantes e do edifício, aplicando pouco capital e conseqüentemente reduzindo os custos de manutenção.

### **2.2.2. Etapas de desenvolvimento do ANNEX 56**

Para que os objetivos do projeto possam ser cumpridos, o mesmo foi dividido em sub-tarefas, nomeadamente (ANNEX 56, 2012):

- Metodologia;
- Ferramentas;
- Casos de estudo;
- Divulgação e aceitação por parte do utilizador.

#### **(i) Metodologia**

Para que o ANNEX 56 atinga a sua finalidade, inicialmente é fundamental definir a metodologia a ser utilizada para posteriormente desenvolver as ferramentas necessárias.

Esta sub-tarefa tem o objetivo de (ANNEX 56, 2012):

- Definir o procedimento de cálculo que permita, através de obras de reabilitação evitar o máximo de emissões de gases de efeito de estufa possíveis, de preferência zero;
- Auxiliar a desenvolver limites para os custos da energia e emissões de carbono relativamente à reabilitação de edifícios;
- Em consonância com as condições de cada país, clarificar a relação entre as metas de energia e emissões;

- Realçar a magnitude dos co-benefícios alcançados aquando da reabilitação de construções e determinar como é que podem ser aplicados nos processos de tomada de decisão.

Tornou-se necessário dividir a metodologia em várias fases por forma a que a tarefa pudesse ser cumprida de forma eficiente (ANNEX 56, 2012):

- Linhas de orientação para a metodologia e condições nacionais – pretende elaborar uma metodologia que permita avaliar a reabilitação de edifícios e ainda definir valores para a energia e emissões de carbono;
- Otimizar os custos mediante a variação de energia e redução das emissões de carbono – tem o objetivo de analisar medidas de reabilitação com o intuito de desenvolver combinações eficazes de estratégias de reabilitação promovendo a poupança de energia e emissões de carbono;
- Consumo de energia primária e emissões de gases com efeito de estufa – com base no estudo de conhecimento da LCIA, desenvolver uma metodologia que permita definir a energia primária consumida e as emissões de gases com efeito de estufa, em edifícios requalificados;
- Proveito das medidas de reabilitação – tem como finalidade identificar os benefícios obtidos através da reabilitação de edifícios e explicar de que forma podem ser inseridos no processo de decisão.

De seguida apresenta-se na Figura 3, de forma sucinta o objetivos delineados para o ANNEX 56.

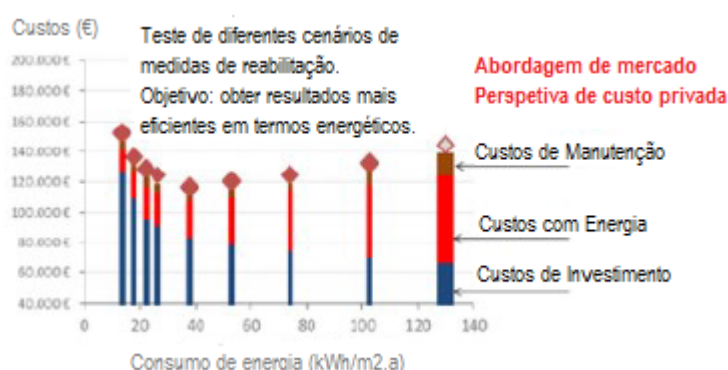


Figura 3. Metodologia do ANNEX 56 (ANNEX 56,2013)

A metodologia foi desenvolvida tendo como base vários edifícios de várias tipologias e soluções construtivas, selecionados por cada país participante do projeto. De notar que nos

edifícios residenciais e de escritórios é considerado o aquecimento, arrefecimento, ventilação, Água Quente Sanitária, iluminação e consumo de energia de equipamentos de construção, consumo de energia primária para materiais de construção e equipamentos.

Vários estudos paramétricos foram realizados para diferentes soluções de reabilitação de construções, sendo posteriormente comparados por forma a perceber as mudanças que os custos de cada país têm sobre os resultados finais (ANNEX 56,2013).

## **(ii) Ferramentas**

Esta sub-tarefa tem como objetivos (ANNEX 56,2012):

- Conceber ou adaptar ferramentas de acordo com a metodologia desenvolvida na sub-tarefa anterior, com o intuito de auxiliar as entidades responsáveis na toma de decisões no que diz respeito a medidas de reabilitação ou na apreciação e potencialização de estratégias de reabilitação, por forma a que as emissões de carbono possam ser praticamente nulas em edifícios renovados;
- Cooperar na análise económica da energia e emissões de carbono em construções requalificadas evidenciando o equilíbrio entre medidas de eficiência energética e utilização de energias renováveis.

A presente sub-tarefa foi dividida em várias fases (ANNEX 56,2012):

- Visão geral das ferramentas existentes e requisitos dos utilizadores – tendo em conta a metodologia desenvolvida, compreender as carências e exigências por parte dos grupos-alvo, e perceber até que ponto estas características já são colmatadas com a existência de ferramentas;
- BIM e bases de dados – compreender até que instância será possível inserir bases de dados com medidas de reabilitação em ferramentas BIM já existentes;
- Conceção de ferramentas – elaborar novos programas que permitam colmatar a falta de informação existente naqueles que já existem por forma a satisfazer as necessidades assinaladas;
- Base de dados de medidas de reabilitação – fonte de informações acerca de medidas de reabilitação que auxiliam na poupança de energia e emissão de gases com efeito de estufa, podendo ser consultadas por diferentes utilizadores.



### **(iii) Casos de estudo**

A tarefa “Casos de estudo” tem o intuito de (ANNEX 56,2012):

- Recorrendo a um conjunto de edifícios, assimilar quais os impedimentos para a reabilitação de edifícios e desenvolver medidas que permitam colmatar as lacunas identificadas;
- Em consonância com a metodologia desenvolvida, testar a sua viabilidade através de casos de estudo que apresentem obras de reabilitação, por forma a identificar possíveis deficiências e comunicá-las para corrigir a metodologia;
- Apresentar projetos de reabilitação bem conseguidos com o intuito de incentivar o mercado e estimular as entidades responsáveis.

Para a realização desta sub-tarefa foram definidas duas categorias de casos de estudo, “brilhantes” e “detalhados”. A primeira categoria pretende publicar um conjunto de projetos bem sucedidos, efetuados nos países integrantes do ANNEX 56, divulgando soluções fidedignas que ilustrem semelhanças, diferenças e resultados globais quando comparados com outros projetos dos diferentes países. Os casos de estudo “detalhados” têm como objetivo avaliar com maior profundidade os exemplos selecionados, com o intuito de validar a metodologia inicialmente concebida tendo em conta dados globais, como valores e experiências práticas.

Por fim, espera-se obter uma publicação com os resultados alcançados com vista a atingir os grupos-alvo e contribuir para a divulgação do ANNEX 56.

### **(iv) Divulgação e aceitação por parte do utilizador**

Tal como todas as ferramentas, também a metodologia desenvolvida pelo ANNEX 56 precisa de ser divulgada. Portanto torna-se necessário apresentar e difundir os resultados obtidos com a mesma e, lidar com possíveis patologias demonstradas por parte dos utilizadores tentando comprovar a importância que a mesma assume na sociedade. Desta forma, é impreterível mostrar às pessoas interessadas o quão útil a ferramenta é para as suas necessidades e o relevo que a reabilitação de edifícios assume.

### **2.3. Avaliação integrada dos impactes ambientais e consumo de energia**

Martins (2013), desenvolveu uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade (ESSAT-EM) com o objetivo da mesma poder ser utilizada por qualquer sujeito ligado à construção e que conseguisse produzir uma avaliação do ciclo de vida de um edifício. Desta forma, o autor decidiu dividir a sua ferramenta em dois submódulos, estando o primeiro ligado à energia e o segundo aos impactes ambientais. Esta divisão acontece uma vez que os dados de entrada no programa informático não são iguais para os dois.

O primeiro módulo procura estimar as necessidades energéticas do edifício de acordo com as normas internacionais ISO 13790 (2008) e EN 15316-3-1 (2007), enquanto que o segundo módulo pretende quantificar os impactes ambientais do edifício ao longo do seu ciclo de vida, de acordo com as normas EN 15978 (2011), EN 15804 (2011) e EN 15643-2 (2011).

A ferramenta em causa foi desenvolvida para ser utilizada na fase de conceção bem como na fase preliminar do projeto, apesar do algoritmo para a entrada de dados e método de cálculo serem semelhantes em ambas as fases. No entanto na fase de conceção, o programa assume que a construção é retangular e desta forma apenas necessita de conhecer o comprimento, a largura e o pé-direito de cada andar para o respetivo caso em estudo.

Ainda em relação à entrada de dados, é imprescindível o fornecimento de informações para a quantificação das necessidades energéticas do edifício (aquecimento e arrefecimento) nomeadamente para equipamentos mecânicos e dispositivos de sombreamento. Neste caso também é feita a distinção entre fase de conceção e fase preliminar.

Para a utilização do programa informático tornou-se necessário classificar as construções quanto à sua tipologia e quanto ao zonamento climático. Em relação a este último parâmetro, foi adotada a classificação climática de Koppen-Geiger. Foram ainda definidos dois parâmetros climáticos para determinar o cálculo das necessidades de energia, nomeadamente a temperatura do ar e a radiação solar sobre uma superfície com uma determinada orientação.

Quanto à geometria da construção, o programa informático permite orientar as fachadas através de quatro orientações principais (norte, sul, este e oeste) sendo aconselhável orientar as maiores áreas em direção ao norte e ao sul, uma vez que o sombreamento é alcançado com maior facilidade. De notar que as dimensões a inserir no programa em relação ao edifício, para estimar áreas e volumes são as interiores.

Para além disso a ferramenta desenvolvida é capaz de lidar com valores de coeficientes de condutibilidade térmica, coeficientes de absorção por radiação solar, capacidade de calor interno, coeficientes de ganhos de calor solar, variação das espessuras das camadas e uma grande variedade de dispositivos de sombreamento e saliências.

Tal como referido anteriormente, o principal objetivo deste programa informático centra-se no facto de aliar a energia aos impactes ambientais produzidos por um edifício. Assim, a mesma foi dividida em dois módulos correspondentes à energia e aos impactes ambientais respetivamente.

Relativamente ao módulo da energia, a metodologia desenvolvida permite ao utilizador calcular as necessidades de energia numa base mensal para aquecimento, arrefecimento e produção de Água Quente Sanitária. Para o aquecimento e arrefecimento é seguida a norma ISO 13790 (2008) e para a produção de Água Quente Sanitária segue-se a norma EN 15316-3-1 (2007).

Posteriormente foi verificada a precisão do programa informático quanto a estes parâmetros tendo sido os mesmos comparados com três casos de teste baseados na EN 15265 (2008), bem como com programas de simulação dinâmica como o EnergyPlus, e constatou-se que para o aquecimento os parâmetros estão sobrestimados enquanto que para o arrefecimento estão subestimados. Desta forma, tornou-se necessário calibrar a ferramenta uma vez que o resultado apresentado por outras ferramentas avançadas demonstra que as recomendações apresentadas nas normas e documentos utilizados para determinar alguns dos parâmetros presentes no programa informático não dão os melhores resultados. Assim, foram definidos coeficientes de correção para melhorar o desempenho energético do edifício visto que o desempenho de edifícios reais com estruturas mais complexas, condições de funcionamento e

climas diferentes podem divergir significativamente dos resultados obtidos com a abordagem simplificada, que neste caso é a ferramenta em causa.

Quanto ao módulo dos impactes ambientais pouca informação é fornecida acerca do mesmo, principalmente quanto aos passos dados e metodologia utilizada para chegar aos resultados apresentados, o que leva a concluir que este módulo ainda não foi concluído.

Em relação a este módulo, Martins (2013) apenas refere que o cálculo dos impactes ambientais do ciclo de vida do edifício seguem uma ordem de três etapas onde as mesmas consideram a quantificação dos impactes relacionados com materiais/produtos, soluções de construção e construção. Indica ainda que os cálculos são realizados após a definição dos cenários para o transporte de materiais, para a utilização do edifício e fim de vida dos elementos que integram a construção em causa. O cenário de fim de vida de cada material é considerado tendo em conta as propriedades do mesmo. Assim, são seguidas as normas 15643 – 2 (2011), EN 15804 (2011) e EN 15978 (2011). Por fim, ainda indica que o programa informático assume que a distância de transporte entre o local onde se projeta e o local de construção e a distância entre o local de demolição e o respetivo local de reciclagem/eliminação é de 20 km sendo o transporte executado por um camião com uma capacidade de carga de 20 toneladas.

Apesar destas informações nada é especificado em termos de metodologia ou verificação da precisão da mesma como no módulo de energia, e, por isso o objetivo deste módulo não foi cumprido não sendo possível retirar qualquer conclusão ou informação acerca do mesmo.

## **2.4. TABULA**

O programa “TABULA” surge no âmbito do projeto internacional “Intelligent Energy Europe”, no qual 13 países se encontram integrados.

O “TABULA” funciona como uma plataforma que contém os vários tipos de construção existentes frequentemente aplicados em cada país, numa linguagem universal, com o intuito de calcular as necessidades de energia e demonstrar medidas de poupança de energia através da aplicação de medidas de reabilitação.

### **2.4.1. Definição da tipologia de construção**

Nas últimas décadas vários projetos têm sido desenvolvidos na Europa numa tentativa de classificar os edifícios construídos com maior frequência e com características semelhantes.

O projeto “TABULA” analisou todos esses trabalhos por forma a definir uma abordagem acertada para os edifícios residenciais.

Assim, cada país integrante do projeto definiu, a nível nacional, a tipologia de construção através de uma série de informações disponibilizadas acerca dos edifícios construídos com maior frequência tal como as suas características e o desempenho energético que cada um apresenta.

A classificação das habitações é realizada de acordo com os seguintes tópicos:

- País;
- Região ou zona climática;
- Período de construção;
- Classe do tipo de construção (Unifamiliar, Geminada, Multifamiliar e/ou Bloco de apartamentos);
- Parâmetros adicionais.

Todos os parceiros tiveram a obrigação de classificar os edifícios de acordo com os tópicos referidos acima e ainda seguir os seguintes pontos:

- Se possível definir apenas uma tipologia de construção por cada país;
- No caso de países com regiões significativamente diferentes umas das outras no que diz respeito ao clima e à tipologia das construções, então devem ser desenvolvidos edifícios-tipo para cada região;
- Caso se verifique a existência de construções especiais numa dada região do país, as mesmas devem ser integradas no parâmetro adicional;
- O parâmetro adicional pode ser utilizado para definir sub-tipos e princípios especiais de construção;

- O período de construção reflete as mudanças na construção, nomeadamente práticas e requisitos de energia por exemplo devido à alteração de regulamentos. Este critério é definido individualmente por cada país.

De seguida, na Tabela 1 apresenta-se um resumo com o número de habitações por período de construção, o número de classes do tipo de construção, a existência de parâmetros adicionais nomeadamente a presença de mais de um tipo de edifício – tipo para cada região e ainda o número de edifícios – tipo que cada país integra no projeto “TABULA”:

Tabela 1. Classificação das habitações dos parceiros do "TABULA"

País	Período de construção	Classe do tipo de construção	Parâmetro adicional	Edifícios-tipo
Áustria	7	4	-	28
Bélgica	5	-	X	19
Bulgária	6	-	X	21
Republica Checa	6	-	-	24
Alemanha	9	-	X	36
Dinamarca	9	3	-	27
França	6	4	-	24
Grécia	3	2	-	24
Irlanda	5	3	X	15
Itália	8	-	-	32
Polónia	7	-	-	26
Suécia	5	2	-	30
Eslovénia	6	-	-	26

Após a classificação das habitações, e de acordo com o período de construção e classe do tipo de construção são definidos edifícios-tipo representados por uma fotografia de um edifício real bem como os respetivos dados (área, valores de U, fatores solares, entre outros).

Para além da definição da tipologia de construção, cabe a cada parceiro a classificação dos sistemas de aquecimento de espaços e Água Quente Sanitária que são utilizados com maior regularidade no seu país.

Posteriormente cada país é responsável pela elaboração de folhetos informativos com a finalidade de divulgarem os edifícios-tipo. Cada folheto deve conter duas páginas, escritas na língua nacional, onde deve constar uma fotografia, propriedades relacionadas com a energia,

descrição de medidas de reabilitação, poupanças de energia que se pretende atingir através de medidas de reabilitação bem como o estado atual em que se encontra o edifício.

Relativamente às medidas de reabilitação, é considerado para cada edifício três fases distintas:

- Estado existente: estado atual de um edifício não remodelado;
- Medidas correntes: medidas utilizadas com regularidade aquando da reabilitação do edifício relativamente à componente térmica e ao sistema de aquecimento;
- Medidas avançadas: medidas de carácter ambicioso relativas à parte térmica da construção e que geralmente apenas são aplicáveis em projetos de investigação.

No entanto, as informações que cada país apresenta no projeto “TABULA” não são comuns entre eles e por isso não é fácil para um especialista captar uma visão geral acerca das características dos edifícios de outros países como, por exemplo, os sistemas de construção ou instalações técnicas.

O projeto “TABULA” tem o objetivo de colmatar esta lacuna, criando por isso uma plataforma que permita estabelecer uma linguagem universal perceptível a todos aqueles que a utilizem, tal como se pode observar nas Tabelas 2 e 3 que pretendem demonstrar a estrutura do projeto em causa. Desta forma, o projeto desdobra-se em duas fases (TABULA Project Team, 2010):

- Através de um sistema de classificação baseado essencialmente no período e classe do tipo de construção, cada país deve definir a sua tipologia de construção através de exemplos que representem as classes de construção. Cada edifício - tipo deve ser ilustrado por uma fotografia e acompanhado pelos respetivos dados (área, valor de U, fatores solares, entre outros). É função de cada parceiro classificar os sistemas de aquecimento de espaços e Água Quente Sanitária, utilizados com maior frequência. De seguida devem reunir medidas de reabilitação para o modo corrente e avançado e, por fim é possível calcular o desempenho energético e possíveis formas de economizar energia de acordo com as normas nacionais em vigor.
- Cada parceiro terá de transformar as suas informações para uma abordagem comum acordada por todos os países que incorporam o projeto “TABULA”. Assim, é formada uma base de dados que incorpora todos os edifícios-tipo dos países integrantes, e que

poderá ser utilizada por especialistas para analisar possíveis cenários de reabilitação bem como edifícios residenciais de outros países.

Tabela 2. Estrutura do projeto "TABULA" (TABULA Project Team, 2010)

<b>Parâmetros de classificação</b>	
1	<p>1. País</p> <p>2. Região</p> <p>3. Período de construção</p> <p>4. Classe do tipo de construção</p> <p>5. Parâmetros adicionais</p>
	<p>Identificação do país</p> <p>- Nacional; - Região do país, se necessário.</p> <p>Para cada período definido por cada país: Desde(ano)...até...(ano).</p> <p>Categorias: - moradia unifamiliar; - moradia geminada (unifamiliar); - moradia em banda; - bloco de apartamentos.</p> <p>Opcional/Por exemplo: - casa geminada; - prédios; - etc.</p>
2	<p><b>Área de referência</b></p> <p>Área baseada nas dimensões interiores (ver avaliação de DATAMINE)</p>
3	<p><b>Procedimento de cálculo para o edifício</b></p> <p>Cálculo da necessidade de energia para aquecimento de espaços: - método sazonal de acordo com a norma EN ISO 13790 (2008); - modelo de uma zona.</p>
4	<p><b>Condições</b></p> <p>A ser definido pelos parceiros de cada país: - temperatura externa; - radiação solar.</p> <p>Valores padrão: - temperatura ambiente; - taxa de troca de ar; - ganhos de calor interno; - valores dos fatores de radiação solar (sombreamento, etc.).</p>
5	<p><b>Edifício</b></p> <p>Dimensões externas (convenção DATAMINE).</p>
6	<p><b>Valores de U</b></p> <p>Tabelados por cada parceiro com explicações na língua nacional e em inglês.</p>
7	<p><b>Considerações a ter nas pontes térmicas</b></p> <p>Categorias (efeito das pontes térmicas em termos construtivos): - baixa; - média; - alta.</p>



Tabela 3. Estrutura do "TABULA" (TABULA Project Team, 2010) (cont.)

	Parâmetros de classificação
8	<b>Procedimento de cálculo para o sistema de preparação de AQS</b> Cálculo de acordo com EN 15316-3-1 (2007), B (valores tabelados). Valores tabelados para subsistemas. Determinado pela aplicação de procedimentos/normas nacionais: - geração de calor: coeficientes de energia despendida; - armazenamento de calor: perdas anuais em kWh/(m <sup>2</sup> .a); - distribuição de calor (incluindo emissão de calor): perdas anuais em kWh/(m <sup>2</sup> .a); - energia auxiliar: consumo elétrico anual em kWh/(m <sup>2</sup> .a) (aplica-se a sistemas de aquecimento e sistemas de preparação de Água Quente Sanitária).
9	<b>Energia distribuída/combustível</b> Referência ao valor bruto de calor.

Uma vez que o projeto "TABULA" tem como propósito servir os proprietários das habitações, e, como estes não são especialistas neste setor, o programa pretende que apenas com a visualização do aspeto do edifício e conhecimento das características gerais do mesmo, criem a confiança necessária para que os proprietários optem por essa escolha.

A tipologia de construção permite ainda conhecer possíveis poupanças de energia sem que seja necessário introduzir todos os dados que seriam obrigatórios para obter um certificado de desempenho energético.

#### 2.4.2. Procedimento de cálculo

O projeto "TABULA" permite determinar o consumo de energia para aquecimento de espaços e Água Quente Sanitária de edifícios residenciais. No entanto não é possível calcular as necessidades de arrefecimento, ar condicionado, iluminação entre outros.

Para que o cálculo possa ser realizado é necessário conhecer elementos, como a área do edifício, o sistema de aquecimento e os elementos de construção.

O projeto define duas abordagens de cálculo independentes a aplicar a cada edifício-tipo:

- Procedimento de cálculo nacional: em cada país é aplicado o procedimento de cálculo do desempenho energético adotado a nível nacional. Os resultados obtidos serão utilizados para a elaboração de folhetos e outras aplicações;

- Procedimento de cálculo comum: o cálculo comum tem o objetivo de ser simples por forma a facilitar a sua compreensão. O procedimento de cálculo baseia-se nas normas CEN e tem em conta os valores definidos para o clima e utilização, a nível nacional.

Para que os cálculos possam ser compreendidos e assimilados, foram desenvolvidas folhas de cálculo no formato .xls para o efeito. Contudo, devido à existência de poucas equações foi necessário implementar uma spreadsheet para os edifícios e sistemas de aquecimento para que desta forma um grande número de habitações e sistemas possam ser calculados com maior rapidez e facilidade.

A área do edifício corresponde a uma zona de referência baseada no projeto “DATAMINE” devido à existência de várias áreas utilizadas pelos países. O coeficiente de condutibilidade térmica, U, é fornecido por cada país para os elementos construtivos–tipo diferenciados por período de construção. As pontes térmicas distinguem-se em três categorias: baixas, médias e altas, dependendo do seu efeito na construção.

A energia necessária para o sistema de preparação de Água Quente Sanitária é determinado com base na norma EN ISO 15316 B (2007), sendo os resultados tabelados para gerar calor, armazenamento, distribuição e energia auxiliar e, convertidos e inseridos no banco de dados “TABULA”.

Para testar a validade do programa em relação ao consumo e possíveis poupanças de energia é possível comparar os resultados obtidos com o consumo real médio, bastando para isso alterar no menu “Configurações” a opção “Standard calculation, not adapted” para “adapted to typical level of measured consumption”.

Foi desenvolvida uma base de dados em formato .xls, denominado <Tabula.xls> que contém os exemplos de construção de todos os parceiros possibilitando ainda cálculos próprios e alterações das medidas de reabilitação e sistemas de aquecimento. Para além deste ficheiro foi ainda criada uma versão simplificada do <Tabula.xls>, para que este possa ser utilizado por qualquer pessoa fornecendo acesso fácil aos dados dos edifícios-tipo bem como aos sistemas de aquecimento. Este ficheiro contém tabelas com dados dos elementos de construção,

medidas de reabilitação, sistemas de aquecimento de espaços e Água Quente Sanitária, distribuição de calor e sistemas de armazenamento e ventilação.

Assim, a base de dados “TABULA” inclui:

- 1267 elementos de construção;
- 455 tipos de isolamento;
- 1205 tipos de sistemas de preparação de AQS.

### **2.4.3. “TABULA” WebTool**

Para além dos ficheiros em formato .xls referidos anteriormente, também foi criado o “TABULA” WebTool que permite que qualquer utilizador o possa compreender e manusear facilmente sem que tenha de despende o seu tempo a analisar todas as folhas de cálculo ou a perceber a estrutura do programa através do qual apenas os especialistas o conseguem fazer.

Tal como no <Tabula.xls> também este programa permite de forma idêntica, conhecer as características relacionadas com a energia, tal como o consumo de energia no estado existente ou o efeito da aplicação de medidas que possibilitem conhecer o parâmetro da poupança de energia em dois níveis diferentes, corrente e avançado.

Como os especialistas nesta área não podem ser deixados de fora, foi criada uma versão *expert* do “TABULA” WebTool que fornece o acesso online à base de dados e permite o cálculo de combinações arbitrárias de edifícios e sistemas de aquecimento.

### **2.4.4. Base de dados**

Para que uma base de dados possa ser criada é necessário recorrer a diferentes fontes de informação com o intuito de recolher o maior número de dados fidedignos aumentando a qualidade e diversidade da respetiva base.

Relativamente ao desempenho energético de edifícios, os documentos que certificam o desempenho das habitações em termos energéticos (Energy Performance Certificates), revelam-se boas fontes de informação para a base de dados uma vez que são elaborados por

especialistas que desenvolvem investigações nesse âmbito. No entanto, em certos países já existem bases de dados desenvolvidas e com acesso livre.

Durante o projeto “DATAMINE” que deu origem ao projeto “TABULA”, foram desenvolvidos diferentes métodos para utilizar os certificados de desempenho energético no acompanhamento da construção. Uma pré-condição para a utilização de informações dos certificados de desempenho energético centra-se no facto de que o banco de dados tenha uma estrutura homogénea, contendo também, informações acerca dos edifícios e sistemas de abastecimento. Os valores médios do coeficiente de transmissão térmica bem como o estado de reabilitação de um edifício também poderão ser obtidos a partir do EPC. Contudo, a emissão de EPC’s apenas se verifica em determinadas ocasiões, como vendas, alugueres ou reabilitações.

A elaboração de uma base de dados é bastante útil porque permite a definição da tipologia de construção, especialmente no que diz respeito aos dados geométricos. Através da média das áreas dos edifícios para cada tipo de construção, foi possível criar uma base que permitisse a construção de modelos.

#### **2.4.5. Tipologia de construção nacional**

A definição de edifícios-tipo residenciais existentes no território nacional permite elaborar modelos com o objetivo de calcular a energia das respetivas habitações.

Se existirem dados estatísticos disponíveis com a frequência de construção do edifício, o tipo de sistema utilizado e o estado de reabilitação, então o conjunto de edifícios-tipo definidos podem ser utilizados como um modelo de balanço.

A partir da junção de várias classes de construção é possível obter um conjunto de “edifícios médios” que por sua vez possibilitarão a análise de vários cenários de reabilitação de forma muito mais fácil.

Na sua generalidade, o conceito de edifício-tipo pode-se tornar uma ferramenta muito útil na medida em que auxilia o cálculo do consumo de energia dos edifícios a nível nacional bem como a análise de diferentes cenários para além do projeto “TABULA”.

No entanto a qualidade dos cálculos depende em grande parte dos dados estatísticos disponíveis devendo por isso estar permanentemente atualizados uma vez que é necessário conhecer o estado atual em que se encontram os edifícios a partir de informações fidedignas. Assim será possível desenvolver e avaliar medidas nacionais de proteção do clima na construção.



## CAPÍTULO 3

### 3. METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

A análise integrada dos impactes ambientais e do desempenho energético de cenários de reabilitação energética de edifícios, objetivo da presente dissertação, foi elaborada através da conceção de um programa no programa Microsoft Office Excel.

Assim, o mesmo tem como base o projeto “TABULA” (2013), as normas ISO 13790 (2008), EN 15316-3-1 (2007), prEN 15603 (2007) e REH (2013) para a estimativa das necessidades energéticas. Por outro lado a base de dados “Ecoinvent” do programa informático SimaPro auxiliou a avaliação do ciclo de vida dos edifícios, nomeadamente os impactes ambientais.

Sinteticamente, a presente metodologia abrange os seguintes pontos:

- Quantificação das necessidades energéticas de aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária referente a um determinado edifício, no seu estado atual e após uma solução e/ou várias soluções de reabilitação (Normas ISO 13790 (2008), EN 15316-3-1 (2007), REH (2013) e projeto “TABULA”);
- Cálculo das necessidades de energia global primária antes e após a aplicação de medidas de reabilitação numa determinada infraestrutura (prEN 15603 (2007), REH (2013) e projeto “TABULA”);
- Avaliação do ciclo de vida de um determinado imóvel com a consequente integração das necessidades energéticas (Base de dados Ecoinvent proveniente do programa informático SimaPro).

#### 3.1. Cálculo das necessidades energéticas de aquecimento

As necessidades de aquecimento de uma fração autónoma de um edifício são a energia útil que é necessário fornecer-lhe para manter permanentemente no seu interior a temperatura de referência durante toda a estação convencional de aquecimento (RCCTE, 2006).

Após uma cuidadosa análise do estado da arte verificou-se que o projeto “TABULA” seria o mais indicado para servir como ponto de partida para a quantificação das necessidades energéticas, auxiliado pela norma ISO 13790 (2008) relativamente ao aquecimento.

Desta forma, e de acordo com a norma ISO 13790 (2008), as necessidades de energia para aquecimento são obtidas pela presente equação (1).

$$Q_{H,n} = Q_{H,ls} - \eta_{H,gn} \times Q_{H,gn} \text{ (kWh/a)} \quad (1)$$

Onde:

$Q_{H,ls}$ - Energia necessária para aquecimento do edifício (kWh/a);

$Q_{ht}$ - Transferência de calor total para o aquecimento (kWh/a);

$Q_{H,gn}$ - Ganhos de calor totais para o aquecimento (kWh/a);

$\eta_{H,gn}$ - Fator de utilização de ganhos.

### 3.1.1. Transferência de calor total

A transferência de calor total para o aquecimento é dada pela equação (2).

$$Q_{H,ls} = Q_{tr} + Q_{ve} \text{ (kWh/a)} \quad (2)$$

Onde:

$Q_{H,ls}$ - Transferência de calor total para o aquecimento (kWh/a);

$Q_{tr}$  - Transferência de calor total por transmissão (kWh/a);

$Q_{ve}$ - Transferência de calor total por ventilação (kWh/a).

Por sua vez a transferência de calor total por transmissão é obtida pela equação (3).

$$Q_{tr} = \sum_k \{H_{tr,k} \times (\theta_{l,H} - \theta_{e,k})\} \times t \text{ (kWh/a)} \quad (3)$$

Onde:

$Q_{tr}$ - Transferência de calor total por transmissão (kWh/a);



$H_{tr,k}$ - Coeficiente de transferência de calor por via do elemento  $k$  para o espaço adjacente(s), ambiente ou zona(s) com a temperatura  $\theta_{e,k}$  ( $W/^{\circ}C$ );

$\theta_{i,H}$ - Temperatura no interior do edifício ou construção ( $^{\circ}C$ );

$\theta_{e,k}$ -Temperatura do espaço adjacente, ambiente ou zona do elemento  $k$  ( $^{\circ}C$ );

$t$ - Duração da estação de aquecimento (d/a).

Dado que o projeto “TABULA” simplifica o cálculo das necessidades energéticas de um edifício, o mesmo adotou equações e processos muito simplificados com o intuito de atingir os valores pretendidos. Desta forma tornou-se impreterível adicionar elementos e algoritmos que permitissem um cálculo mais rigoroso mas que, por outro lado também fosse aplicável a qualquer país. Assim relativamente à transferência de calor total por transmissão optou-se pela equação adotada pelo projeto “TABULA”, em geral muito semelhante à da norma ISO 13790 (2008) (4).

$$Q_{ht,tr} = 0,024 \times H_{tr} \times F_{nu} \times (\theta_{int} - \theta_{ext}) \times dhs(kWh/a) \quad (4)$$

Onde:

$Q_{ht,tr}$ - Transferência de calor total por transmissão (kWh/a);

0,024- Fator de conversão de kh/d para obter kWh/a;

$H_{tr}$ - Coeficiente de transferência de calor total por transmissão ( $W/^{\circ}C$ );

$F_{nu}$ - Fator de correção adimensional para aquecimento não uniforme, tendo em conta os desvios sistemáticos da temperatura nominal e da temperatura média real;

$\theta_{int}$ - Temperatura no interior do edifício ou construção ( $^{\circ}C$ );

$\theta_{ext}$ - Temperatura do ambiente exterior (valor médio durante o período de aquecimento) ( $^{\circ}C$ );

$dhs$  – Duração da estação de aquecimento(d/a).

Por forma a determinar o valor de  $Q_{h,tr}$ , é necessário conhecer quais os valores e condições a atribuir a cada parcela da equação.

- O valor de  $H_{tr}$  é obtido a partir da equação (5).

$$H_{tr} = \sum_i b_{tr,i} \times A_{env,i} \times U_{eff,i} + (\sum_i A_{env,i}) \times \Delta U_{tbr}(W/^{\circ}C) \quad (5)$$

Onde:

$b_{tr,i}$ - Coeficiente de transmissão térmica linear;

$A_{env,i}$ - Área do elemento i (m<sup>2</sup>);

$U_{eff,i}$ - Valor do coeficiente de condutibilidade térmica efetivo do elemento i (W/m<sup>2</sup>°C);

$\Delta U_{tbr}$ - Taxa sobre todos os valores de  $U_{eff,i}$ , tendo em conta as perdas adicionais causadas pelas pontes térmicas (W/m<sup>2</sup>°C).

Para a equação (5), o projeto “TABULA” adotou valores padrão para determinadas parcelas com o intuito de simplificar o processo de cálculo. Optou-se por adotar estes valores que serão apresentados de seguida nas Tabelas 4 e 5 visto que, tal como poderá ser observado no capítulo referente à aplicação da metodologia a um caso de estudo os resultados não diferem muito dos valores obtidos pelo REH (2013).

Tabela 4. Classificação do coeficiente de transmissão térmica linear

Descrição	$b_{tr,i}$
Ext- Elemento construtivo adjacente ao ambiente exterior.	1
Unh- Elemento construtivo adjacente a quartos não aquecidos.	1
Cellar-Elemento construtivo adjacente a uma adega não aquecida.	0,5
Soil- Elemento construtivo em contacto com o solo.	0,5

Tabela 5. Classificação da taxa sobre todos os valores de  $U_{eff,i}$

Descrição	$\Delta U_{tbr}$
Mínimo-Nenhum efeito relevante através de pontes térmicas na construção	0
Baixo-Efeito baixo mediante as pontes térmicas na construção. Apenas alguns elementos construtivos são penetrados por elementos com maior condutividade térmica. Perdas adicionais de transmissão inferiores a 0,05 W/m <sup>2</sup> K.	0,05
Médio-Efeito médio através de pontes térmicas na construção. Alguns elementos construtivos são invadidos por elementos com maior condutividade térmica. Perdas adicionais de transmissão variam entre 0,05 e 0,15 W/m <sup>2</sup> K.	0,1
Alto-Efeito alto nas pontes térmicas de construção. Elementos construtivos importantes são penetrados por elementos com alta condutividade térmica. Perdas adicionais de transmissão superiores a 0,15 W/m <sup>2</sup> K.	0,15

Relativamente aos parâmetros descritos acima criou-se uma página inicial no Microsoft Office Excel que permite ao utilizador optar pela escolha do respetivo valor de  $b_{tr,i}$  e  $\Delta U_{tbr}$ . Existe ainda uma explicação no programa que permite esclarecer dúvidas respeitantes a qualquer parâmetro que será descrito nesta dissertação.

Com vista a determinar o valor de  $U_{eff,i}$ , e, com a finalidade de simplificar o uso da ferramenta criou-se uma base de dados presente no Anexo I, com materiais correntes utilizados no setor da construção civil. A base de dados foi obtida a partir das tabelas do ITE 50 (Santos, Matias, 2006) e consiste numa tabela que contém o nome do material, espessura (m) quando se aplica, densidade ( $W/m^{\circ}C$ ), resistência térmica superficial ( $m^2^{\circ}C/W$ ) e massa ( $kg/m^3$ ). Posteriormente criaram-se dois separadores referentes à solução inicial e solução após a reabilitação onde cada um deles contém uma tabela respeitante a cada elemento construtivo nomeadamente coberturas, paredes, pavimentos, portas e janelas. Nas tabelas do separador da solução inicial, o utilizador escolhe os materiais a adotar em cada elemento construtivo, a sua espessura, o Rsi (resistência térmica superficial interior- $m^2^{\circ}C/W$ ) e o Rse (resistência térmica superficial exterior- $m^2^{\circ}C/W$ ). Quanto às tabelas presentes no separador da solução após reabilitação o utilizador apenas deve acrescentar os materiais e/ou elementos construtivos necessários à reabilitação. Para além destas resistências a metodologia considera ainda a  $R_{add}$  (resistência térmica adicional devido à fronteira com espaços não aquecidos para cada elemento de construção). Assim a  $R_{add}$  pode tomar os seguintes valores, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6. Classificação da resistência térmica adicional ( $R_{add}$ )

Descrição	$R_{add}$
Ext-Elemento construtivo adjacente ao ambiente exterior.	0
Unh-Elemento construtivo adjacente a quartos não aquecidos.	0,3
Cellar-Elemento construtivo adjacente a uma adega não aquecida.	0,3
Soil-Elemento construtivo em contacto com o solo.	0

Tal como descrito nos parâmetros anteriores, a  $R_{add}$  encontra-se no primeiro separador da ferramenta junto ao  $b_{tr,i}$  e permite que o utilizador escolha um dos valores apresentados acima ou opte por outro. Portanto o  $U_{eff,i}$  é obtido pela equação (6).

$$U_{eff,i} = \frac{1}{R_{si} + \sum_i R_i + R_{se} + R_{add}} (W/m^2 \cdot ^\circ C) \quad (6)$$

Por forma a obter o valor da equação (4) torna-se ainda necessário conhecer alguns parâmetros, nomeadamente:

- $F_{nu}$ , que de acordo com o projeto “TABULA” (2013) pode assumir os seguintes valores, representados na Tabela 7.

Tabela 7. Classificação do fator de correção adimensional para aquecimento não uniforme (TABULA Project Team, 2013)

	Habitação uni-familiar	Habitação multifamiliar
$h_{tr}=1W/m^2 \cdot ^\circ C$ – Alta qualidade térmica	0,9	0,95
$h_{tr}=4W/m^2 \cdot ^\circ C$ – Baixa qualidade térmica	0,8	0,85

No caso dos valores de  $h_{tr}$  variarem entre 1 e 4  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ , a ferramenta está habilitada a fazer uma interpolação direta. De referir ainda que o utilizador não tem de optar por qualquer valor uma vez que o programa consegue automaticamente detetar o valor a atribuir.

- $\theta_{int}$ - O projeto “TABULA” assume o valor de 20°C. No entanto em Portugal a temperatura interior representa o valor de 18°C. Neste sentido o utilizador deve optar por uma destas temperaturas ou introduzir outra no primeiro separador.
- $\theta_{ext}$  – Quanto a esta parcela optou-se pela equação definida no projeto “TABULA” visto que já estava algoritmizada e por outro lado é “igual” à da norma ISO 13790 (2008) aplicável ao aquecimento. Logo, a temperatura do ambiente exterior é obtida a partir da equação (7).

$$\overline{\theta_{e,hs}} = \frac{\sum_{i=1}^{365} \overline{\theta_{e,i}}}{d_{hs}} \text{ para } \overline{\theta_{e,i}} \leq \theta_b (d/a) \quad (7)$$

Onde:

$\overline{\theta_{e,i}}$ - Temperatura do ambiente externo, valor médio para o respetivo dia (°C);

$d_{hs}$ - Duração da estação de aquecimento, em dias (d);

$\theta_b$ - Temperatura base de aquecimento (“TABULA” assume 12°C mas para o território português, a ferramenta assume uma temperatura base de 18°C) (°C).

- dhs- Duração da estação de aquecimento. Para que a temperatura do ambiente exterior possa ser obtida torna-se imperterível calcular primeiro a dhs através da equação (8).

$$dhs = \sum_{i=1}^{365} d_i \text{ para } \overline{\theta_{e,i}} \leq \theta_b (d/a) \quad (8)$$

Onde:

dhs-Duração da estação de aquecimento em dias (h/a);

$d_i$ -Duração do dia,  $i=1$  dia (d);

$\overline{\theta_{e,i}}$ -Temperatura do ambiente externo, valor médio para o respetivo dia (°C);

$\theta_b$ -Temperatura base de aquecimento (projeto “TABULA” assume 12°C mas para as cidades portuguesas a ferramenta assume uma temperatura base de 18°C) (°C).

Para obter o valor dos dois últimos parâmetros tornou-se necessário recorrer ao IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) por forma a recolher o valor das temperaturas médias de cada mês referentes a cada cidade portuguesa. Assim criou-se um novo separador que está oculto, denominado por “Tab.AuxCalc.Climate.heating” que contém todos os cálculos referentes a estes dois últimos pontos e faz hiperligação direta do resultado ao separador inicial, que por sua vez integra o cálculo automático para o  $Q_{h,tr}$ .

O cálculo da transferência de calor total por ventilação é realizado através da equação (9).

$$Q_{ht,ve} = 0,024 \times H_{ve} \times F_{nu} \times (\theta_{int} - \theta_{ext}) \times dhs (kWh/a) \quad (9)$$

Onde:

$Q_{ht,ve}$ -Transferência de calor total por ventilação (kWh/a);

0,024-Fator de conversão de kh/d para obter kWh/a;

$H_{ve}$ -Coeficiente de transferência de calor total por ventilação (W/°C);

$F_{nu}$ -Fator de correção adimensional para aquecimento não uniforme, tendo em conta os desvios sistemáticos da temperatura nominal e da temperatura média real;

$\theta_{int}$ -Temperatura no interior do edifício ou construção (°C);

$\theta_{ext}$ -Temperatura do ambiente exterior (valor médio durante o período de aquecimento) (°C);

dhs-Duração da estação de aquecimento (d/a).

O conhecimento da contribuição da transferência de calor total por ventilação para o edifício implica a quantificação de vários fatores, entre eles:

- $H_{ve}$  que, quer no projeto “TABULA” quer na norma internacional ISO 13790 (2008) apresenta a mesma estrutura mas com designações diferentes. Contudo apresenta-se e aplicou-se a equação presente no projeto “TABULA” (10).

$$H_{ve} = c_{p,air} \times (n_{air,use} + n_{air,infiltr}) \times A_{c,ref} \times h_{room,ref} \quad (W/^\circ C) \quad (10)$$

Onde:

$H_{ve}$ -Coeficiente de transferência de calor total por ventilação (W/°C);

$c_{p,air}$ -Capacidade de calor específico do volume de ar (Assume um valor fixo de 0,34 Wh/(m<sup>2</sup>°C) segundo o projeto “TABULA” e o REH (2013)) (Wh/m<sup>2</sup>°C);

$n_{air,use}$ -Taxa média de renovação do ar durante a estação de aquecimento, relacionada com a utilização do edifício. Na ferramenta este parâmetro encontra-se em aberto uma vez que se trata de um valor que envolve bastante complexidade para ser obtido, e por isso seria difícil programá-lo. No entanto na explicação encontra-se o valor mínimo utilizado no REH (2013) bem como a hiperligação a um programa afeto ao REH (2013), [Ventilação LNEC\VENTILACAO Rph 2014 02 12 v02a.xlsm](#), que permite determinar com detalhe o  $n_{air,use}$  (1/h);

$n_{air,infiltr}$ -Troca do ar por infiltração. No programa esta parcela também se encontra em aberto tal como o parâmetro acima, devido à mesma explicação. Na explicação relativa às necessidades energéticas de aquecimento também se verifica a existência do mesmo programa referido acima para o cálculo da troca do ar por infiltração bem como valores padrão definidos pelo projeto “TABULA” (1/h) tal como se pode verificar na Tabela 8.

Tabela 8. Classificação da troca do ar por infiltração segundo o "TABULA" (TABULA Project Team, 2013)

Descrição	$n_{air,infiltr}$
Mínimo-Infiltração de ar mínima; Porta ventiladora $n_{50} \leq 0,6$	0,05
Baixo-Efeito baixo de infiltração de ar; Porta ventiladora $n_{50} \leq 1,0$	0,1
Médio-Efeito médio de infiltração de ar; Porta ventiladora $n_{50} \leq 3,0$	0,2
Alto-Efeito médio de infiltração de ar; Porta ventiladora $n_{50} > 3,0$	0,4

$A_{c,ref}$ -Área do edifício ( $m^2$ );

$h_{room,ref}$ -Pé-direito de referência (m).

- $F_{nu}$ ,  $\theta_{int}$  e  $\theta_{ext}$  contêm a mesma explicação e os mesmos passos descritos para o  $Q_{ht,tr}$ .

### 3.1.2. Ganhos de calor totais

De acordo com o disposto na norma ISO 13790 (2008) e no projeto "TABULA", os ganhos de calor totais são obtidos pela equação (11).

$$Q_{H,gn} = Q_{int} + Q_{sol} \text{ (kWh/a)} \quad (11)$$

Onde:

$Q_{int}$ - Ganhos de calor internos durante a estação de aquecimento (kWh/a);

$Q_{sol}$ - Ganhos solares durante a estação de aquecimento (kWh/m<sup>2</sup>a).

Cada componente da equação (11) é descrita por uma outra equação. Assim, os ganhos de calor internos são definidos segundo a equação (12).

$$Q_{int} = 0,024 \times \varphi_{int} \times d_{hs} \times A_{c,ref} \text{ (kWh/a)} \quad (12)$$

Onde:

$Q_{int}$ -Ganhos de calor internos durante a estação de aquecimento (kWh/a);

0,024-Fator de conversão de kh/d para obter kWh/a;

$\varphi_{int}$ -Saída térmica média de fontes de calor internas. O projeto “TABULA” assume um valor padrão de  $3 \text{ W/m}^2$  enquanto que o REH (2013) admite  $4 \text{ W/m}^2$ . Desta forma o utilizador deve optar pelo valor pretendido, no primeiro separador ( $\text{W/m}^2$ );

dhs-Duração da estação de aquecimento explícita na equação (8) (d/a);

$A_{c,ref}$ -Área do edifício ( $\text{m}^2$ ).

Relativamente aos ganhos solares, o projeto adotado como base simplificou em grande parte todos os parâmetros de entrada necessários para obter o valor correspondente aos ganhos solares adotando valores padrão. Neste sentido, os valores simplificados aplicáveis a cada parcela foram retirados e introduziram-se dados e características que permitissem um cálculo com menor percentagem de erro, com base na ISO 13790 (2008) bem como no REH (2013) tal como se poderá verificar à frente.

Desta forma a equação que traduz os ganhos de calor solar é a que se encontra presente no projeto “TABULA” uma vez que se trata de uma equação simplificada em relação à ISO 13790 (2008) e ao REH (2013) mas engloba todos os pressupostos presentes nos dois documentos referidos. Assim, a equação (13) é:

$$Q_{sol} = F_{sh} \times (1 - F_F) \times F_W \times g_{gl,n} \times \sum_j A_{Window,j} \times I_{sol,j} (\text{kWh/m}^2\text{a}) \quad (13)$$

Onde:

$Q_{sol}$ -Ganhos solares durante a estação de aquecimento ( $\text{kWh/m}^2\text{a}$ );

$F_{sh}$ -Fator de obstrução do vão envidraçado na estação de aquecimento;

$F_F$ -Fração envidraçada do vão envidraçado;

$F_W$ -Fator de seletividade angular;

$g_{gl,n}$ -Fator solar de inverno;

$\sum_j A_{Window,j}$ -Área de todos os envidraçados com orientação j ( $\text{m}^2$ );

$I_{sol,j}$ -Energia solar média global durante a estação de aquecimento, em superfícies com orientação j ( $\text{m}^2$ ).



No caso dos ganhos solares, cada parcela envolvida na equação (13) desdobra-se, em alguns casos, em equações secundárias necessárias para atingir o resultado pretendido. De seguida apresenta-se cada uma das parcelas:

- $F_{sh}$ - Fator de obstrução do vão envidraçado na estação de aquecimento. No projeto “TABULA”, por simplificação o mesmo assume o valor simplificado de 0,6 e 0,8 para envidraçados horizontais e verticais respetivamente. No entanto, o  $F_{sh}$  assume elevada importância no cálculo dos ganhos solares e por isso decidiu-se implementar o algoritmo que permitisse determinar este valor, na situação inicial e após a reabilitação caso seja necessário. Logo, a equação (14) a aplicar será a da ISO 13790 (2008).

$$F_{sh} = F_h \times F_o \times F_f \quad (14)$$

Onde, segundo o REH (2013),:

“ $F_{sh}$ -Fator de obstrução do vão envidraçado na estação de aquecimento;

$F_h$ -Fator de sombreamento do horizonte por obstruções exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício;

$F_o$ -Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes aos envidraçados compreendendo palas e varandas;

$F_f$ -Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício.”

O  $F_h$  corresponde a um “ângulo entre o plano horizontal e a reta que passa pelo centro de gravidade e pelo ponto mais alto da maior obstrução existente entre dois planos verticais que fazem 60° para cada um dos lados da normal ao envidraçado”, de acordo com REH (2013) e apresentado na Figura 4.

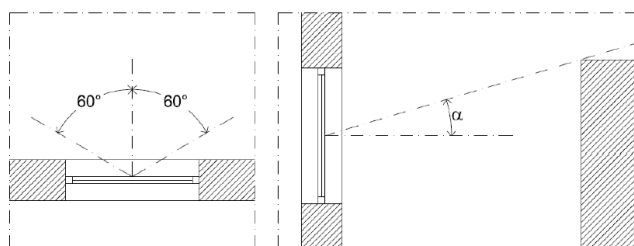


Figura 4. Ângulo de horizonte  $\alpha$  (REH, 2013)

O ângulo em questão deve ser calculado para cada envidraçado em particular. Uma vez detetada a não existência do ângulo, admite-se por defeito o valor de 45° para ambientes urbanos ou 20° para edifícios isolados situados fora das zonas urbanas. Assim na metodologia desenvolvida elaborou-se uma listagem (Anexo II) com os valores dos ângulos existentes no REH (2013) para todas as orientações. Esta base de dados é aplicável tanto na situação inicial como após a reabilitação.

O  $F_o$  e o  $F_f$  tal como referido acima são fatores de sombreamento por elementos horizontais e verticais adjacentes ao envidraçado. Desta forma, colocou-se sob a forma de base de dados uma tabela com os ângulos correspondentes a  $F_o$  bem como a  $F_f$  (Anexo II). De notar que no caso de  $F_f$ , é possível a existência de palas à esquerda e à direita pelo que no programa efetuado a base de dados já contempla a possível multiplicação.

O valor de  $F_{sh}$  é obtido através da multiplicação dos fatores enunciados anteriormente, e por isso na metodologia existe uma Tabela que permite ao utilizador optar pelo respetivo ângulo para cada um dos parâmetros na solução inicial e após a reabilitação. De referenciar ainda que caso não se verifique qualquer alteração após a reabilitação, no separador referente à reabilitação deve-se optar pelos mesmos ângulos visto que não se verificaram alterações.

- $F_F$ - Fração envidraçada do vão envidraçado. O projeto “TABULA” e a norma ISO 13790 (2008) assumem o valor padrão de 0,3. No entanto o REH (2013) assume vários valores, tal como é possível observar na Tabela 9.

Tabela 9. Classificação da fração envidraçada para o aquecimento (REH, 2013)

Caixilharia	$F_F$	
	Sem quadricula	Com quadricula
Alumínio ou aço	0,70	0,60
Madeira ou PVC	0,65	0,57
Fachada-cortina de alumínio ou aço	0,90	-

Assim no programa desenvolvido colocaram-se os valores da ISO 13790 (2008) bem como os do REH (2013). Desta forma o utilizador pode escolher o valor adequado à sua situação no separador da situação inicial e após reabilitação.

- $F_W$ - Fator de seletividade angular assume o valor de 0,9. Quer o projeto “TABULA”, a ISO 13790 (2008) e o REH (2013) adotam este valor como fixo. No entanto é possível ao utilizador optar por outro valor mas apenas no “layout” do programa funcionando na mesma os cálculos.
- $g_{gl,n}$ - Fator solar de inverno. Uma vez que nem no projeto “TABULA” nem na norma ISO 13790 (2008) é referido especificamente como se calcula o fator solar, optou-se por adotar o método do REH (2013) que se rege pela norma EN 410, norma esta que é referenciada para consulta na ISO 13790 (2008). Assim para a estação de aquecimento, a metodologia considera que os dispositivos de proteção solar móveis estão totalmente abertos. Logo, e, adotando de forma simplificada que os dispositivos de proteção solar permanentes existentes se encontram ausentes, introduziu-se uma base de dados na ferramenta com todos os tipos de vidros simples e duplos existentes no REH (2013) (ver o Anexo III). Desta forma o utilizador pode optar no separador da situação inicial e após reabilitação qual o tipo de vidro existente no seu edifício e o programa assume diretamente qual o valor correspondente. Uma vez que se trata de uma versão simplificada, é possível, na folha de saída alterar o valor sem que com isso afete os restantes parâmetros introduzidos.
- $\sum_j A_{Window,j}$ - Área de todos os envidraçados com orientação j. Corresponde à área de cada envidraçado segundo a sua orientação. Na metodologia este parâmetro deve ser inserido, pelo utilizador, no primeiro separador bem como no separador da situação inicial. Caso algum envidraçado sofra alguma alteração em termos de área após a reabilitação esta deve ser indicada no respetivo separador.
- $I_{sol,j}$ - Energia solar média global durante a estação de aquecimento, em superfícies com orientação j. Por forma a obter o  $I_{sol,j}$  tornou-se imprescindível recorrer ao programa informático PVGIS que se trata de uma página Web proveniente da Comissão Europeia (Figuras 5 e 6). A página em questão permite retirar várias informações, nomeadamente a radiação solar para uma determinada cidade de um país por mês que, neste caso era o objetivo em causa. Assim para cada cidade portuguesa retirou-se o valor mensal da radiação solar segundo as orientações horizontal, este, sul,

oeste, norte, nordeste, noroeste, sudeste e sudoeste. Posteriormente os dados foram introduzidos num separador oculto já existente denominado por “Tab.aux.climate.heating” onde se introduziram as cidades portuguesas e, por fim fez-se o somatório da energia solar média global para cada cidade segundo cada orientação. Por fim criou-se uma tabela na página inicial, que permite ao utilizador escolher a cidade onde se encontra o seu edifício aparecendo imediatamente nos elementos envidraçados (no separador da solução inicial e após reabilitação) qual a radiação solar anual segundo a orientação escolhida.

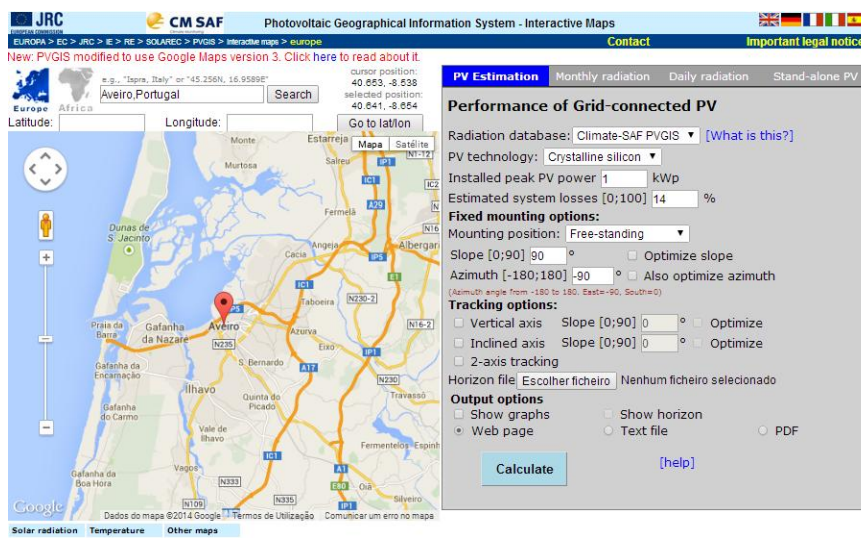


Figura 5. Entrada de dados na página Web PVGIS

**NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [this](#)**

**PVGIS estimates of solar electricity generation**

Location: 40°38'23" North, 8°39'13" West, Elevation: 15 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)  
 Estimated losses due to temperature and low irradiance: 10.7% (using local ambient temperature)  
 Estimated loss due to angular reflectance effects: 4.0%  
 Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%  
 Combined PV system losses: 26.2%

Fixed system: inclination=90°, orientation=90°				
Month	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Jan	1.04	32.4	1.41	43.7
Feb	1.49	41.6	1.97	55.2
Mar	1.99	61.8	2.69	83.3
Apr	2.42	72.7	3.29	98.6
May	2.66	82.4	3.62	112
Jun	2.82	84.6	3.87	116
Jul	2.83	87.7	3.87	120
Aug	2.65	82.3	3.67	114
Sep	2.21	66.3	3.01	90.4
Oct	1.60	49.5	2.17	67.3
Nov	1.10	33.1	1.51	45.2
Dec	0.94	29.2	1.30	40.2
<b>Yearly average</b>	<b>1.98</b>	<b>60.3</b>	<b>2.70</b>	<b>82.2</b>
<b>Total for year</b>		<b>724</b>		<b>986</b>

$E_d$ : Average daily electricity production from the given system (kWh)  
 $E_m$ : Average monthly electricity production from the given system (kWh)  
 $H_d$ : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)  
 $H_m$ : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m<sup>2</sup>)

PVGIS © European Communities, 2001-2012

Figura 6. Saída de dados da página Web PVGIS

### 3.1.3. Fator de utilização de ganhos

O fator de utilização de ganhos,  $\eta_{h,gn}$ , é calculado automaticamente na metodologia pelo que o utilizador não tem de introduzir qualquer parâmetro para a obtenção do mesmo. Assim na folha de saída é conhecido o valor de  $\eta_{h,gn}$  que resulta da aplicação da equação (15).

$$\eta_{h,gn} = \frac{1 - \gamma_{h,gn}^{a_H}}{1 - \gamma_{h,gn}^{a_H + 1}} \text{ (kWh/a)} \quad (15)$$

A equação expressa advém da norma ISO 13790 (2008) bem como do projeto “TABULA” pelo que utilizou-se a nomenclatura já existente do projeto “TABULA”.

No entanto para que o resultado do cálculo desta equação possa ser conhecido torna-se impreterível aplicar e/ou conhecer os parâmetros que envolvem a equação (15) nomeadamente (equação 16).

$$\gamma_{h,gn} = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{ht}} \text{ (kWh/a)} \quad (16)$$

Onde:

$\gamma_{h,gn}$ -Relação de equilíbrio de calor para o aquecimento (kWh/a);

$Q_{H,gn}$ -Ganhos de calor totais que resultam do somatório das equações (12) e (13) (kWh/a);

$Q_{ht}$ -Transferência de calor total que resulta da soma das equações (4) e (9) (kWh/a).

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (17)$$

Onde:

$a_{H,0}$ -Parâmetro numérico constante que segundo a ISO 13790 (2008) assume o valor fixo de 0,8 para o método sazonal que é o caso em questão;

$\tau$ -Inércia térmica do edifício que se traduz na equação (18) segundo a ISO 13790 (2008) e o projeto “TABULA” (h);

$\tau_{H,0}$ -Tal como o primeiro parâmetro também este se trata de um parâmetro constante que de acordo com a ISO 13790 (2008) assume o valor fixo de 30h para o método sazonal (h).

$$\tau = \frac{C_m \times A_{C,ref}}{H_{tr} + H_{ve}} \text{ (kWh/a)} \quad (18)$$

Onde:

$C_m$ -Capacidade de calor interno por m<sup>2</sup> de área de referência, neste caso e tal como no projeto “TABULA”, a metodologia assume um valor padrão de 45 Wh/(m<sup>2</sup>K) que se traduz segundo o REH (2013) numa inércia térmica média (Wh/m<sup>2</sup>°C);

$A_{C,ref}$ -Área do edifício (m<sup>2</sup>);

$H_{tr}$ -Coeficiente de transferência de calor total por transmissão (W/°C);

$H_{ve}$ -Coeficiente de transferência de calor total por ventilação (W/°C).

Conhecidos todos os parâmetros e valores que envolvem a equação (1) é então possível conhecer o seu resultado de forma completamente automática para o utilizador na página final destinada ao aquecimento.

### **3.2. Determinação das necessidades energéticas de arrefecimento**

De acordo com o REH (2013), as necessidades nominais de arrefecimento de uma fração autónoma de um edifício correspondem à energia útil que é necessário retirar-lhe para manter permanentemente no seu interior a temperatura de referência durante toda a estação convencional de arrefecimento.

Dada a falta de bases existentes relativas ao cálculo das necessidades energéticas de arrefecimento nomeadamente no que se refere ao projeto “TABULA”, as mesmas foram programadas e algoritmizadas segundo a norma ISO 13790 (2008), REH (2013) e adaptação do projeto “TABULA” em aspetos coincidentes com as necessidades energéticas de aquecimento.

Desta forma, e, segundo a ISO 13790 (2008) a equação (19) é a que traduz as necessidades energéticas de arrefecimento.

$$Q_{C,nd} = (1 - \eta_{G,C}) \times (Q_{sol} + Q_{int}) \text{ (kWh/a)} \quad (19)$$

Onde:

$Q_{C,nd}$ -Energia necessária para o arrefecimento (kWh/a);

$\eta_{G,C}$ -Fator de utilização de perdas para o arrefecimento;

$Q_{sol}$ -Ganhos solares e ganhos da superfície da opaca para o arrefecimento (kWh/a);

$Q_{int}$ -Ganhos de calor internos para o arrefecimento (kWh/a).

Para que seja possível atingir o objetivo pretendido (resultado da aplicação da equação (19)) tornou-se imprescindível a aplicação de inúmeros fatores que permitissem alcançar a finalidade enunciada.

### 3.2.1. Ganhos de calor

#### (i) Ganhos solares

Os ganhos solares na estação de arrefecimento traduzem-se numa equação semelhante à do aquecimento e advêm também da norma ISO 13790 (2008) bem como do REH (2013). No entanto os parâmetros são calculados com uma configuração diferente (20).

$$Q_{sol} = F_{sh} \times (1 - F_F) \times g_{gl,n} \times \sum_j A_{Window,j} \times I_{sol,j} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (20)$$

Onde:

$Q_{sol}$ -Ganhos solares durante a estação de arrefecimento (kWh/m<sup>2</sup>a);

$F_{sh}$ -Fator de obstrução do vão envidraçado na estação de arrefecimento;

$F_F$ -Fração envidraçada do vão envidraçado;

$g_{gl,n}$ -Fator solar de verão;

$\sum_j A_{Window,j}$ -Área de todos os envidraçados com orientação j (m<sup>2</sup>);

$I_{sol,j}$ -Energia solar média global durante a estação de arrefecimento, em superfícies com orientação j (m<sup>2</sup>).

Os ganhos solares durante a estação de arrefecimento resultam da aplicação de vários parâmetros (descritos acima) que por sua vez se desdobram em equações tal como será evidenciado a seguir:

- O  $F_{sh}$ , fator de obstrução do vão envidraçado na estação de arrefecimento, traduz-se, segundo a ISO 13790 (2008) e o REH (2013) na equação (21) igual à das necessidades de energia para aquecimento.

$$F_{sh} = F_h \times F_o \times F_f \quad (21)$$

Onde, segundo o REH (2013):

$F_{sh}$ - Fator de obstrução do vão envidraçado na estação de arrefecimento;

$F_h$ - Fator de sombreamento do horizonte por obstruções exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício;

$F_o$ - Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes aos envidraçados compreendendo palas e varandas;

$F_f$ - Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício.

- Comparando o processo de cálculo de  $F_{sh}$  em relação às necessidades de energia para o aquecimento, no arrefecimento considera-se que o parâmetro  $F_h$  é desprezável assumindo o valor de 1 para qualquer orientação.
- Relativamente aos parâmetros  $F_o$  e  $F_f$ , estes são obtidos tal como para o aquecimento mas com valores diferentes uma vez que se trata de aquecimento e arrefecimento.

Para os três parâmetros referenciados acima construiu-se uma base de dados para cada um deles que contempla os valores respeitantes a cada um, segundo cada orientação e ângulo. O utilizador apenas deve escolher no separador da solução inicial e após remodelação qual o ângulo respeitante a cada parâmetro e a metodologia faz automaticamente o cálculo de  $F_{sh}$  numa tabela auxiliar cujo valor aparece imediatamente na tabela principal.



De referenciar ainda que mesmo que não se verifique qualquer alteração após a reabilitação, tal como no aquecimento, no separador referente à reabilitação deve-se optar pelos mesmos ângulos visto que não se verificaram alterações.

- $F_F$ - Fração envidraçada do vão envidraçado. A norma ISO 13790 (2008) assume o valor padrão de 0,2. No entanto o REH (2013) assume vários valores, iguais aos da energia necessária para aquecimento, tal como representado na Tabela 10.

Tabela 10. Classificação da fração envidraçada para o arrefecimento (REH, 2013)

Caixilharia	$F_F$	
	Sem quadricula	Com quadricula
Alumínio ou aço	0,70	0,60
Madeira ou PVC	0,65	0,57
Fachada-cortina de alumínio ou aço	0,90	-

Assim, no programa desenvolvido colocaram-se os valores da ISO 13790 (2008) bem como os do REH (2013) tal como na energia necessária para aquecimento mas numa tabela diferente respeitante ao arrefecimento. Desta forma o utilizador pode escolher o valor adequado à sua situação no separador da situação inicial e após reabilitação no respetivo quadro.

- $g_{gl,n}$ - Fator solar de verão. Dado que na norma ISO 13790 (2008) não é referido especificamente como se calcula o fator solar, decidiu-se adotar o processo do REH (2013) que se guia pela norma EN 410, norma esta que é referenciada para consulta na ISO 13790 (2008). Logo, para o arrefecimento, a ferramenta considera que os dispositivos de proteção solar móveis estão ativos num determinado período de tempo que depende da orientação do envidraçado (REH, 2013).

Assim a metodologia adota a equação (22) do fator solar do vão envidraçado na estação de arrefecimento do REH (2013).

$$g_{g,ln} = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{TP} \quad (22)$$

Onde, segundo o REH (2013):

$F_{mv}$ -Fração do tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados;

$g_T$ - Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados;

$g_{TP}$ - Fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes.

- O  $F_{mv}$  pode assumir vários valores dependendo da orientação do envidraçado. Desta forma o REH (2013) apresenta um valor respeitante a cada orientação, valor este que deu origem a uma base de dados. Posteriormente através de uma tabela de auxílio junto à tabela principal de arrefecimento, aparecem todas as orientações existentes com o respetivo valor. De seguida apresenta-se a base de dados na Tabela 11.

Tabela 11. Classificação da fração do tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados (REH, 2013)

Orientação	Fmv
Este	0.6
Sul	0.6
Oeste	0.6
Norte	0
Nordeste	0.4
Sudoeste	0.7
Sudeste	0.7
Noroeste	0.4

- O fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados calcula-se, segundo o REH (2013), de acordo as equações 23 ou 24.

$$g_T = g_{\perp,vi} \times \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0,85}, \text{ para vidro simples} \quad (23)$$

$$g_T = g_{\perp,vi} \times \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0,75}, \text{ para vidro duplo} \quad (24)$$

Onde, segundo o REH (2013):

$g_{Tvc}$ - Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado, para uma incidência solar normal à superfície do vidro;

$g_{\perp,vi}$ - Fator solar do vidro para uma incidência solar normal à superfície do vidro, conforme informação do fabricante.

O  $g_{Tvc}$  é incorporado na metodologia através da introdução de uma base de dados com valores correntes de proteções interiores e exteriores para vidro simples ou duplo (Anexo IV). Posteriormente na tabela auxiliar ao cálculo do fator solar é pedido ao utilizador para escolher qual a opção que se aplica ao seu envidraçado, ou seja, se se trata de um envidraçado simples ou duplo com proteção interior e exterior ou apenas uma das proteções. Após esta seleção, o utilizador apenas deverá escolher a proteção da opção que escolheu.

O  $g_{\perp,vi}$  corresponde à base de dados já enunciada na equação (13) e segue no anexo VI. Assim, também no mesmo quadro auxiliar ao cálculo do fator solar, o utilizador deve optar pelo tipo de envidraçado que se aplica ao seu edifício.

Após a seleção dos dois parâmetros descritos, o programa está habilitado a realizar o cálculo de acordo com as opções do utilizador uma vez que foi criado em anexo as possíveis opções de cálculo para o  $g_T$  segundo cada orientação. Segue abaixo o exemplo das possíveis hipóteses que o utilizador pode optar e que se encontra “escondido” na ferramenta segundo as equações (25, 26, 27, 28, 29 e 30). Dependendo do tipo de vidro, o utilizador só pode dispor no máximo de uma proteção exterior e uma proteção interior.

$$\text{Vidro simples: } g_T = g_{\perp,vi} \times \frac{\text{Proteção exterior}}{0,85} \times \frac{\text{Proteção interior}}{0,85} \quad (25)$$

$$\text{Vidro simples: } g_T = g_{\perp,vi} \times \frac{\text{Proteção exterior}}{0,85} \quad (26)$$

$$\text{Vidro simples: } g_T = g_{\perp,vi} \times \frac{\text{Proteção interior}}{0,85} \quad (27)$$

$$\text{Vidro duplo: } g_T = g_{\perp,vi} \times \frac{\text{Proteção exterior}}{0,75} \times \frac{\text{Proteção interior}}{0,75} \quad (28)$$

$$\text{Vidro duplo: } g_T = g_{\perp,vi} \times \frac{\text{Proteção exterior}}{0,75} \quad (29)$$

$$\text{Vidro duplo: } g_T = g_{\perp,vi} \times \frac{\text{Proteção interior}}{0,75} \quad (30)$$

- O  $g_{TP}$  é obtido, segundo o REH (2013), pela multiplicação do fator solar do vidro para uma incidência solar normal à superfície do vidro,  $g_{\perp,vi}$ , pelo fator de correção da seletividade angular dos envidraçados,  $F_{w,v}$ . Na metodologia a base de dados correspondente ao  $g_{\perp,vi}$  já se encontra inserida pelo que se tornou necessário inserir uma tabela com os valores que  $F_{w,v}$  pode assumir segundo determinada orientação e tipo de vidro (simples ou duplo). Na ferramenta, para se conhecer o valor do parâmetro  $g_{TP}$ , o utilizador deve optar, na tabela auxiliar ao cálculo do fator solar de verão, segundo cada orientação qual o  $F_{w,v}$  que se aplica ao seu edifício bem como o  $g_{\perp,vi}$ . Posto isto, a ferramenta executa automaticamente o cálculo e coloca os valores segundo cada orientação na tabela principal e posteriormente na página de saída.

Após o cálculo de todos estes parâmetros, torna-se possível a quantificação do fator solar de cada envidraçado segundo a sua orientação. A metodologia executa automaticamente os cálculos e coloca-os no local certo para os restantes cálculos. De notar que todos estes dados devem ser inseridos no separador da solução inicial bem como no após a reabilitação. Contudo caso não se verifique qualquer alteração, os dados iniciais devem ser inseridos novamente no separador da solução após a reabilitação.

- $\sum_j A_{Window,j}$ - Área de todos os envidraçados com orientação j. Corresponde à área de cada envidraçado segundo a sua orientação. Na metodologia este parâmetro deve ser inserido, pelo utilizador, no primeiro separador bem como no separador da solução após reabilitação. Caso algum envidraçado sofra alguma alteração em termos de área após a reabilitação esta deve ser indicada no respetivo separador.
- $I_{sol,j}$ - Energia solar média global durante a estação de arrefecimento, em superfícies com orientação j. Os valores utilizados para o arrefecimento foram os mesmos da estação de aquecimento por isso não se justifica voltar a repetir o processo. A descrição encontra-se no seguimento da equação (13).

Após a quantificação de todos os parâmetros que envolvem a expressão (20) é possível determinar o valor dos ganhos solares totais. Este resultado apenas é visível na página de saída do arrefecimento.

## (ii) Ganhos de calor através das superfícies opacas

Os ganhos solares pela envolvente opaca exterior resultam dos efeitos combinados da temperatura do ar exterior e da radiação solar incidente. O seu cálculo é realizado através da equação (31) da ISO 13790 (2008) mas com nomenclatura adaptada em conformidade com o aquecimento.

$$Q_{op} = \alpha \times U \times A \times R_{se} \times I_{sol,j} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (31)$$

Onde:

$Q_{op}$ - Ganhos de calor através de superfícies opacas (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\alpha$ - Coeficiente de absorção de radiação solar da superfície do elemento da envolvente opaca;

$U$ - Coeficiente de transmissão térmica do elemento da envolvente opaca (W/m<sup>2</sup>°C);

$A$ - Área do elemento da envolvente opaca exterior (m<sup>2</sup>);

$R_{se}$ - Resistência térmica superficial exterior (m<sup>2</sup>°C/W);

$I_{sol,j}$ - Energia solar média global durante a estação de arrefecimento, em superfícies com orientação  $j$  ( $m^2$ ).

Visto que a norma ISO 13790 (2008) não fornece os valores referentes a cada parâmetro nem o procedimento de cálculo para os atingir optou-se por aplicar na metodologia os valores presentes no REH (2013) apesar de que, caso o utilizador não esteja de acordo com eles possa sempre alterar o valor quer no separador da situação inicial e após reabilitação ou ainda na página de saída.

- O valor do coeficiente de absorção de radiação solar da superfície do elemento da envolvente opaca é apenas aplicável a paredes e coberturas, e, é definido em função da cor do revestimento exterior do elemento. Contudo existem ainda outros fatores que podem afetar o valor de  $\alpha$ . Assim inseriu-se na ferramenta uma base de dados com os respetivos valores de  $\alpha$  bem como os fatores que podem afetar o coeficiente de absorção de radiação solar. Desta forma o utilizador apenas tem de optar pelo  $\alpha$  que se aplica ao seu edifício e o valor aparece automaticamente tanto no quadro do separador da situação inicial como na página de saída. De notar novamente que, caso não exista qualquer alteração após a reabilitação devem ser inseridos os mesmos  $\alpha$ 's para cada elemento construtivo.
- O coeficiente de transmissão térmica do elemento da envolvente opaca já é conhecido uma vez que na equação (6), aquando a determinação do coeficiente de transferência de calor total por transmissão para o aquecimento, o utilizador já introduziu os materiais constituintes de cada elemento construtivo nas tabelas do separador da solução inicial e após reabilitação, conhecendo-se automaticamente o valor de  $U$ .
- Tal como o valor de  $U$ , também a área dos elementos da envolvente opaca exterior é conhecida uma vez que foi preenchida no separador inicial aquando o cálculo da expressão (5).

- A resistência térmica superficial exterior assume, segundo o REH (2013), o valor fixo de 0,04 (W/m<sup>2</sup>°C). No entanto o utilizador pode alterar este valor no separador da solução inicial bem como após a reabilitação.
- A energia solar média global durante a estação de arrefecimento, em superfícies com orientação *j* apresenta o mesmo processo de cálculo referido anteriormente relativamente a este parâmetro. No entanto o  $I_{sol,j}$  está de acordo com a orientação escolhida pelo utilizador para cada elemento construtivo.

Conhecidos todos os parâmetros que envolvem a expressão (31), o programa faz automaticamente o cálculo e apresenta-o na página de saída para cada elemento construtivo respetivamente.

### (iii) Ganhos de calor internos

Os ganhos térmicos internos são calculados de forma semelhante à da energia necessária para aquecimento de acordo com a equação (32).

$$Q_{int} = 0,024 \times \varphi_{int} \times dhc \times A_{c,ref} \text{ (kWh/a)} \quad (32)$$

Onde:

$Q_{int}$ -Ganhos de calor internos durante a estação de arrefecimento (kWh/a);

0,024-Fator de conversão de kh/d para obter kWh/a;

$\varphi_{int}$ -Saída térmica média de fontes de calor internas. O “TABULA” assume um valor padrão de 3 W/m<sup>2</sup> enquanto que o REH (2013) admite 4 W/m<sup>2</sup>. Desta forma o utilizador deve optar pelo valor pretendido, no primeiro separador (W/m<sup>2</sup>);

dhc-Duração da estação de arrefecimento (d/a);

$A_{c,ref}$ -Área do edifício (m<sup>2</sup>).

Tal como referido no início deste capítulo, não existiam bases para a definição das necessidades energéticas para o arrefecimento. Apenas se verificou a existência da norma ISO 13790 (2008), pelo que se veio a denotar que em muitas situações o REH (2013) teria de ser utilizado devido à falta de informação na norma referida, bem como o projeto “TABULA”

que serviu como ponto de partida para a adaptação de algumas equações com o intuito das mesmas estarem em conformidade com o aquecimento.

No entanto para determinar a duração da estação de arrefecimento aplicou-se apenas os conceitos da ISO 13790 (2008) denotando-se grande dificuldade para o emprego do método. Assim, a equação (33) traduz a duração da estação de arrefecimento.

$$L_C = \sum_{m=1}^{m=12} f_{c,m} \quad (33)$$

Onde:

$L_C$ -Duração da estação de arrefecimento, em meses;

$f_{c,m}$ -Fração do mês que faz parte da estação de arrefecimento.

Inicialmente determinou-se o valor limite da relação de equilíbrio de calor para o arrefecimento através da equação (34).

$$\left(\frac{1}{\gamma_C}\right)_{lim} = \frac{a_c+1}{a_c} \quad (34)$$

O valor de  $a_c$  é igual ao da equação (17) para o aquecimento. Assim, segundo a ISO 13790 (2008), a equação (35) traduz o valor de  $a_c$ .

$$a_c = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}} \quad (35)$$

Onde:

$a_{c,0}$ -Parâmetro numérico constante que segundo a ISO 13790 (2008) assume o valor fixo de 0,8 para o método sazonal que é o caso em questão;

$\tau$ -Inércia térmica do edifício que se traduz na equação (36) segundo a ISO 13790 (2008) (h);

$\tau_{H,0}$ -Tal como o primeiro parâmetro também este se trata de um parâmetro constante que de acordo com a ISO 13790 (2008) assume o valor fixo de 30h para o método sazonal (h).

$$\tau = \frac{C_m \times A_{C,ref}}{H_{tr} + H_{ve}} \quad (36)$$



Onde:

$C_m$ -Capacidade de calor interno por m<sup>2</sup> de área de referência onde neste caso e tal como no projeto “TABULA”, a metodologia assume um valor padrão de 45 Wh/(m<sup>2</sup>°C) que se traduz segundo o REH (2013) numa inércia térmica média (Wh/m<sup>2</sup>°C);

$A_{C,ref}$ -Área do edifício (m<sup>2</sup>);

$H_{tr}$ -Coeficiente de transferência de calor total por transmissão (W/°C);

$H_{ve}$ -Coeficiente de transferência de calor total por ventilação (W/°C).

Na energia necessária para o arrefecimento ainda não foi abordado o parâmetro da transferência de calor total. Para saber a duração do período de arrefecimento é crucial conhecer este parâmetro.

Desta forma a transferência de calor por transmissão, traduz-se numa expressão semelhante à energia necessária para o aquecimento onde o parâmetro da duração da estação de arrefecimento permanecerá como uma incógnita visto que é este que se quer determinar.

Logo, a equação (37) traduz a transferência de calor por transmissão.

$$Q_{ct,tr} = 0,024 \times H_{tr} \times F_{nu} \times (\theta_{int} - \theta_{ext}) \times dhc(kWh/a) \quad (37)$$

Onde:

$Q_{ct,tr}$ -Transferência de calor total por transmissão (kWh/a);

0,024-Fator de conversão de kh/d para obter kWh/a;

$H_{tr}$ -Coeficiente de transferência de calor total por transmissão (W/°C);

$F_{nu}$ -Fator de correção adimensional para arrefecimento não uniforme, tendo em conta os desvios sistemáticos da temperatura nominal e da temperatura média real;

$\theta_{int}$ -Temperatura no interior do edifício ou construção (°C);

$\theta_{ext}$ -Temperatura do ambiente exterior (valor médio durante o período de arrefecimento) (°C);

dhc-Duração da estação de arrefecimento (d/a).

Por forma a determinar o valor de  $Q_{ct,tr}$ , é necessário conhecer quais os valores e condições a atribuir a cada parcela da equação.

- O valor de  $H_{tr}$  é obtido a partir da equação (38).

$$H_{tr} = \sum_i b_{tr,i} \times A_{env,i} \times U_{eff,i} + (\sum_i A_{env,i}) \times \Delta U_{tbr} \quad (38)$$

Onde:

$b_{tr,i}$ -Coeficiente de transmissão térmica linear;

$A_{env,i}$ -Área do elemento  $i$  ( $m^2$ );

$U_{eff,i}$ -Valor do coeficiente de condutibilidade térmica efetivo do elemento  $i$  ( $W/m^2\text{°C}$ );

$\Delta U_{tbr}$ -Taxa sobre todos os valores de  $U_{eff,i}$ , tendo em conta as perdas adicionais causadas pelas pontes térmicas ( $W/m^2\text{°C}$ ).

Os parâmetros que envolvem o cálculo da transferência de calor total por transmissão bem como o coeficiente de transferência de calor total por transmissão já se encontram descritos nas equações (4) e (5) respetivamente, pelo que não se justifica a repetição dos mesmos. De realçar ainda que na determinação da transferência de calor total por transmissão o parâmetro  $\theta_{int}$ , assume o valor de  $25\text{°C}$  segundo o REH (2013) podendo o utilizador alterar este valor no primeiro separador.

Também a transferência de calor por ventilação é obtida tal como na energia necessária para o aquecimento. Assim, a equação (39) traduz a transferência de calor por ventilação.

$$Q_{ct,ve} = 0,024 \times H_{ve} \times F_{nu} \times (\theta_{int} - \theta_{ext}) \times dhc(kWh/a) \quad (39)$$

Onde:

$Q_{ct,ve}$ -Transferência de calor total por ventilação (kWh/a);

0,024-Fator de conversão de kh/d para obter kWh/a;

$H_{ve}$ -Coeficiente de transferência de calor total por ventilação ( $W/\text{°C}$ );

$F_{nu}$ -Fator de correção adimensional para arrefecimento não uniforme, tendo em conta os desvios sistemáticos da temperatura nominal e da temperatura média real;

$\theta_{int}$ -Temperatura no interior do edifício ou construção ( $\text{°C}$ );

$\theta_{ext}$ -Temperatura do ambiente exterior (valor médio durante o período de arrefecimento) (°C);

dhc-Duração da estação de arrefecimento (d/a).

O conhecimento da contribuição da transferência de calor total por ventilação para o edifício implica a quantificação de vários fatores, entre eles:

- $H_{ve}$  que, quer no projeto “TABULA” quer na norma internacional ISO 13790 (2008) apresenta a mesma estrutura mas com designações diferentes. Contudo apresenta-se e aplicou-se a equação (40) presente no projeto “TABULA”.

$$H_{ve} = c_{p,air} \times (n_{air,use} + n_{air,infiltr}) \times A_{c,ref} \times h_{room,ref} (W/°C) \quad (40)$$

Onde:

$H_{ve}$ -Coeficiente de transferência de calor total por ventilação (W/°C);

$c_{p,air}$ -Capacidade de calor específico do volume de ar (Assume um valor fixo de 0,34 Wh/(m<sup>3</sup>°C) segundo o projeto “TABULA” e o REH (2013)) (Wh/m<sup>3</sup>°C);

$n_{air,use}$ -Taxa média de renovação do ar durante a estação de arrefecimento, relacionada com a utilização do edifício. Na ferramenta este parâmetro encontra-se em aberto uma vez que se trata de um valor que envolve bastante complexidade para ser obtido, e por isso seria difícil programá-lo. No entanto na explicação encontra-se o valor mínimo utilizado no REH (2013) bem como a hiperligação a um programa afeto ao REH (2013), [Ventilação LNEC\VENTILACAO Rph 2014 02 12 v02a.xlsm](#), que permite determinar com detalhe o  $n_{air,use}$  (1/h);

$n_{air,infiltr}$ -Troca do ar por infiltração. No programa esta parcela também se encontra em aberto tal como o parâmetro acima, devido à mesma explicação. Na explicação relativa às necessidades energéticas de arrefecimento também se verifica a existência do mesmo programa referido acima para o cálculo da troca do ar por infiltração bem como valores padrão definidos pelo projeto “TABULA” (1/h) tal como se pode verificar na Tabela 12.

Tabela 12. Classificação da troca do ar por infiltração segundo o projeto "TABULA"  
(TABULA Project Team, 2013)

Descrição	$n_{air,infiltr}$
Mínimo-Infiltração de ar mínima; Porta ventiladora $n_{50} \leq 0,6$	0,05
Baixo-Efeito baixo de infiltração de ar; Porta ventiladora $n_{50} \leq 1,0$	0,1
Médio-Efeito médio de infiltração de ar; Porta ventiladora $n_{50} \leq 3,0$	0,2
Alto-Efeito médio de infiltração de ar; Porta ventiladora $n_{50} > 3,0$	0,4

$A_{c,ref}$ - Área do edifício ( $m^2$ );

$h_{room,ref}$ - Pé-direito de referência (m).

- $F_{nu}$ ,  $\theta_{int}$  e  $\theta_{ext}$  contêm a mesma explicação e os mesmos passos descritos para o  $Q_{ct,tr}$ .

Conhecendo os resultados dos coeficientes de transferência de calor por transmissão e ventilação é então possível determinar o valor de  $\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_{lim}$ .

Posteriormente a norma ISO 13790 (2008) indica que se deve calcular o valor médio da temperatura entre o mês em estudo e o mês anterior assim como para o mês considerado e o mês seguinte.

De seguida determina-se o valor de  $\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)$  relativo ao mês a estudar, ao mês a considerar e o anterior bem como para o mês considerado e o mês seguinte. O menor valor destes parâmetros assume a designação de  $\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_1$  e o maior valor assume  $\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_2$ . A diferença que existe entre estes três parâmetros deve-se às temperaturas introduzidas, ou seja, no  $\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)$  é introduzida a temperatura do mês em estudo e, no  $\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_1$  e  $\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_2$  estará a média da temperatura associada ao mês anterior e ao mês em estudo ou a média da temperatura correspondente ao mês a estudar e o mês seguinte.

Tal como referenciado anteriormente o valor de  $\gamma_{c,gn}$  traduz-se na equação (41).

$$\gamma_{c,gn} = \frac{Q_{c,gn}}{Q_{ct}} \text{ (kWh/a)} \quad (41)$$

Onde:

$\gamma_{c,gn}$ -Relação de equilíbrio de calor para o arrefecimento (kWh/a);

$Q_{c,gn}$ -Ganhos de calor totais que resultam do somatório dos ganhos solares, opacos e internos (kWh/a);

$Q_{ct}$ -Transferência de calor total que resulta da soma das perdas por transmissão e ventilação (kWh/a).

De notar que na equação (41), os ganhos internos correspondem à multiplicação de  $\phi$  pela respetiva área do edifício excluindo a duração da estação de arrefecimento uma vez que se trata da incógnita a descobrir. Também relativamente à transferência de calor total por transmissão e ventilação, por forma a descobrir qual a duração do período de arrefecimento o parâmetro  $d_{hc}$  não aparece na equação visto que é a incógnita em causa.

Conhecendo os valores de  $(\frac{1}{\gamma_c})_1$  e  $(\frac{1}{\gamma_c})_2$ , a norma impõe as seguintes condições:

- Se  $(\frac{1}{\gamma_c})_2 < (\frac{1}{\gamma_c})_{lim}$  - Todo o mês faz parte do período de arrefecimento, logo  $f_c=1$ =número de dias do mês em estudo;
- Se  $(\frac{1}{\gamma_c})_1 > (\frac{1}{\gamma_c})_{lim}$  - Todo o mês está fora do período de arrefecimento e por isso  $f_c=0$ .

Quando nenhuma destas condições se verifica então aplicam-se as equações (42 ou 43):

$$\bullet \text{ Se } (\frac{1}{\gamma_c}) > (\frac{1}{\gamma_c})_{lim}: f_c = 0,5 \times \frac{[(\frac{1}{\gamma_c})_{lim} - (\frac{1}{\gamma_c})_1]}{[(\frac{1}{\gamma_c}) - (\frac{1}{\gamma_c})_1]} \quad (42)$$

$$\bullet \text{ Se } (\frac{1}{\gamma_c}) \leq (\frac{1}{\gamma_c})_{lim}: f_c = 0,5 + 0,5 \times \frac{[(\frac{1}{\gamma_c})_{lim} - (\frac{1}{\gamma_c})]}{[(\frac{1}{\gamma_c})_2 - (\frac{1}{\gamma_c})]} \quad (43)$$

Onde:

$(\frac{1}{\gamma_c})$ -Inverso da relação de equilíbrio de calor para o arrefecimento respetivo ao mês em estudo;

$\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_{lim}$  - Valor limite da relação de equilíbrio de calor para o arrefecimento;

$\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_1$  - Inverso da relação de equilíbrio de calor para o arrefecimento mais baixo de acordo com o mês em estudo;

$\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_2$  - Inverso da relação de equilíbrio de calor para o arrefecimento mais alto de acordo com o mês em estudo.

Quando se aplica esta 3ª condição, obtém-se a fração do mês que faz parte da estação de arrefecimento, em horas, por isso é necessário multiplicar o resultado obtido pelo número de dias que o respetivo mês contém para saber o resultado final.

Repete-se este processo para todos os meses, tanto na solução inicial como após reabilitação e obtém-se o período de arrefecimento num ano.

Em termos de metodologia tornou-se imprescindível a criação de dois novos separadores para calcular o período de arrefecimento para a solução inicial e para a solução após a reabilitação uma vez que a determinação da duração da estação de arrefecimento depende dos ganhos e das transferências de calor a que o edifício está sujeito.

Para uma melhor compreensão dos passos dados na metodologia relativamente ao cálculo do período de arrefecimento os mesmos serão enunciados por pontos (aplicação dos mesmos pontos no separador da situação inicial e após reabilitação):

1. Introdução das temperaturas médias retiradas do IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) para cada região portuguesa e por mês;
2. Cálculo da média das temperaturas para cada local entre cada mês;
3. Quantificação dos ganhos solares, através da envolvente opaca e internos. Todos os ganhos foram calculados de acordo com as opções escolhidas no separador da solução inicial e após reabilitação por parte do utilizador, a partir de hiperligações. Relativamente aos ganhos térmicos pela envolvente opaca tornou-se necessária a implantação de tabelas auxiliares com o valor de  $I_{sol,j}$  respeitante a cada mês por cada

região e orientação para que o cálculo pudesse ser realizado corretamente. Quanto aos ganhos internos, estes encontram-se numa só célula e consistem apenas na multiplicação do  $\phi$  pela área do edifício introduzido pelo utilizador;

4. Somatório dos ganhos de calor por mês para cada região;
5. Definição de uma tabela que auxilia o cálculo do período de arrefecimento:
  - 5.1. Associou-se a cidade que é escolhida pelo utilizador no primeiro separador ao quadro com o intuito de serem “captados” os resultados correspondentes;
  - 5.2. De acordo com a cidade escolhida, o programa diz automaticamente os valores dos ganhos de calor totais para cada mês;
  - 5.3. Na mesma tabela auxiliar determinou-se as transferências de calor associadas a cada mês, mais propriamente entre cada mês.

Por exemplo: No mês Dezembro-Janeiro, as transferências de calor são:  $(H_{tr}+H_{ve}) \times F_{nu} \times (\theta_{int} - \text{média da temperatura entre dezembro e janeiro})$ ;

- 5.4. Definiu-se o  $(\frac{1}{\gamma_c})_{lim}$  através de hiperligações da página de saída de arrefecimento para a solução inicial e após reabilitação uma vez que os dados necessários para o cálculo do parâmetro se encontram lá;
- 5.5. Criou-se nova tabela auxiliar onde se aplicou as três condições impostas pela norma ISO 13790 (2008) para cada mês:

5.5.1. Exemplo: Mês de Janeiro

$$\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_{Dec\_Jan} = \frac{1}{\left(\frac{Q_{sol\_total\_01}}{Q_{tr\_Dec\_Jan}}\right)} \quad (44)$$

$$\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_{Jan\_Feb} = \frac{1}{\left(\frac{Q_{sol\_total\_01}}{Q_{tr\_Jan\_Feb}}\right)} \quad (45)$$

$$\left(\frac{1}{\gamma_c}\right)_{Jan} = \frac{1}{\left(\frac{Q_{sol\_total\_01}}{Q_{tr\_Jan}}\right)} \quad (46)$$

Posteriormente programaram-se as três condições na ferramenta por forma a obter um valor. Repetiu-se para todos os meses.

- 5.6. Determinou-se para cada mês o período de arrefecimento associado a cada região. No entanto como não era possível impor três condições numa só célula, a única

solução foi separar a 1ª e 2ª da 3ª, e, no final somar o valor correspondente a cada mês e por fim o valor anual.

De notar que, no caso do período de arrefecimento tomar o valor de 0 assume-se que não existe necessidade de energia para arrefecimento uma vez que o cálculo do período de arrefecimento envolve os ganhos bem como as transferências de calor do edifício em causa.

Conhecendo o período de arrefecimento é possível conhecer o valor das equações (32, 37 e 39).

### 3.2.2. Fator de utilização de perdas para o arrefecimento

O fator de utilização de perdas,  $\eta_{c,gn}$ , é calculado automaticamente no programa pelo que o utilizador não tem de introduzir qualquer parâmetro para a obtenção do mesmo tal como no aquecimento. Desta forma o valor de  $\eta_{c,gn}$  é conhecido através da aplicação da equação (47).

$$\eta_{c,gn} = \frac{1 - \gamma_{c,gn}^{-a_c}}{1 - \gamma_{c,gn}^{-a_c + 1}} \text{ (kWh/a)} \quad (47)$$

A equação expressa advém da norma ISO 13790 (2008) adaptando-se contudo a nomenclatura ao projeto “TABULA” por forma a ficar coerente.

No entanto para que o resultado do cálculo desta equação possa ser conhecido torna-se impreterível aplicar e/ou conhecer os parâmetros que envolvem a equação (47) nomeadamente a equação (48).

$$\gamma_{c,gn} = \frac{Q_{c,gn}}{Q_{ct}} \text{ (kWh/a)} \quad (48)$$

Onde:

$\gamma_{c,gn}$ -Relação de equilíbrio de calor para o arrefecimento (kWh/a);

$Q_{c,gn}$ -Ganhos de calor totais que resultam do somatório das equações (20), (31) e (32) (kWh/a);

$Q_{ct}$ -Transferência de calor total que resulta da soma das equações (37) e (39) (kWh/a).



A equação (49) traduz um dos parâmetros indispensáveis para o cálculo do fator de utilização de perdas para a estação de arrefecimento.

$$a_c = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}} \quad (49)$$

Onde:

$a_{c,0}$ -Parâmetro numérico constante que segundo a ISO 13790 (2008) assume o valor fixo de 0,8 para o método sazonal que é o caso em questão;

$\tau$ -Inércia térmica do edifício que se traduz na equação (50) segundo a ISO 13790 (2008) (h);

$\tau_{c,0}$ -Tal como o primeiro parâmetro também este se trata de um parâmetro constante que de acordo com a ISO 13790 (2008) assume o valor fixo de 30h para o método sazonal (h).

$$\tau = \frac{C_m \times A_{c,ref}}{H_{tr} + H_{ve}} \quad (kWh/a) \quad (50)$$

Onde:

$C_m$ -Capacidade de calor interno por m<sup>2</sup> de área de referência onde neste caso e tal como no projeto “TABULA”, a metodologia assume um valor padrão de 45 Wh/(m<sup>2</sup>°C) que se traduz segundo o REH (2013) numa inércia térmica média (Wh/m<sup>2</sup>°C);

$A_{c,ref}$ -Área do edifício (m<sup>2</sup>);

$H_{tr}$ -Coeficiente de transferência de calor total por transmissão (W/°C);

$H_{ve}$ -Coeficiente de transferência de calor total por ventilação (W/°C).

Conhecidos todos os parâmetros e valores que envolvem a equação (49) é então possível conhecer o seu resultado de forma completamente automática para o utilizador na página final destinada ao arrefecimento.

### 3.3. Quantificação das necessidades de energia para preparação de Água Quente Sanitária (AQS)

O cálculo das necessidades de energia para preparação de Água Quente Sanitária (AQS) foi quantificado de acordo com o 2º método presente na norma EN 15316-3-1 (2007) uma vez que o projeto “TABULA” não apresenta qualquer pormenor quanto à quantificação das AQS.

O 2º método da norma EN 15316-3-1 (2007) determina a energia necessária para AQS com base no volume necessário.

Desta forma a necessidade energética para preparação de Água Quente Sanitária é obtida pela equação (51).

$$Q_W = 4,182 \times V_{W,day} \times (\theta_{W,del} - \theta_{W,0}) \quad (MJ/dia) \quad (51)$$

Onde:

$Q_W$ -Necessidades de energia para preparação de Água Quente Sanitária (AQS) (MJ/dia);

$V_{W,day}$ -Volume de Água Quente Sanitária (AQS) necessária por dia em temperaturas especificadas, (m<sup>3</sup>/dia);

$\theta_{W,del}$ -Temperatura da água de distribuição, (°C);

$\theta_{W,0}$ -Temperatura da água fria, (°C).

Contudo para conhecer o valor de  $Q_W$ , torna-se imprescindível o conhecimento dos parâmetros que envolvem a respetiva equação.

- O  $V_{W,day}$  obtém-se através da equação (52).

$$V_{W,day} = \frac{V_{W,f,day} \times f}{1000} \quad (m^3/dia) \quad (52)$$

Onde:

$V_{W,f,day}$ -Litros de AQS gastos por unidade por dia;

$f$ -Número de unidades a serem tidas em conta.

Os valores de  $V_{W,f,day}$  e  $f$ , segundo a norma EN 15316-3-1 (2007) dependem de:

- Tipo de edifício;
- Tipo de atividade realizada no interior da construção;
- Uso de uma zona dentro de um edifício onde é realizada mais do que uma atividade;
- Padrão ou classe de atividade, como a categoria de um hotel (número de estrelas) ou a classe de restauração do estabelecimento.

Assim, o  $V_{W,f,day}$  para habitações unifamiliares é calculado através da equação (53 ou 54).

$$V_{W,f,day} = \frac{x \times \ln(f) - y}{f} \text{ l/m}^2 \text{ se } f > 27 \text{ m}^2 \quad (53)$$

Ou

$$V_{W,f,day} = z \text{ l/m}^2 \text{ se } 14 < f < 27 \text{ m}^2 \quad (54)$$

Onde, segundo a norma EN 15316-3-1 (2007):

$x$ - 39,5 l/dia;

$y$ - 90,2 l/dia;

$z$ - 1,49 l/m<sup>2</sup> por dia;

$f$ - Área do edifício, m<sup>2</sup>.

Contudo a norma EN 15316-3-1 (2007) apresenta ainda uma tabela com vários tipos de infraestruturas (anexo IX) fazendo corresponder a cada uma delas o valor de  $V_{W,f,day}$  bem como o de  $f$ .

- A  $\theta_{W,del}$  e a  $\theta_{W,0}$ , assumem, segundo a norma EN 15316-3-1 (2007) um valor padrão de 60° e 13,5 °C respetivamente.

Quanto à metodologia, inicialmente criou-se uma tabela no primeiro separador com a explicação dos parâmetros correspondentes às AQS. Para além das habitações unifamiliares, inseriu-se ainda os restantes tipos de infraestruturas consideradas pela norma. Posteriormente desenvolveu-se uma base de dados com todos os tipos de edifícios, correspondendo a cada um

deles o valor de  $V_{W,f,day}$  bem como o de  $f$ . Quanto às habitações unifamiliares, as equações (53) e (54) já se encontram programadas na tabela presente no Anexo V.

Por fim, criou-se uma tabela principal no primeiro separador que permite ao utilizador escolher qual o tipo de edifício e, de acordo com o selecionado aparece automaticamente o valor de  $V_{W,f,day}$ . Uma vez que não se sabe qual o edifício que o utilizador pode escolher, a célula correspondente ao valor de  $f$  encontra-se em aberto mas com uma nota a indicar ao utilizador que deve colocar a unidade correta de acordo com o tipo de edifício escolhido consultando para isso a explicação.

O quadro principal contém ainda o parâmetro  $V_{W,day}$ , que faz automaticamente o cálculo a partir da escolha do edifício e do valor de  $f$ . Encontram-se ainda presentes os parâmetros  $\theta_{W,del}$  e  $\theta_{W,0}$  que estão em aberto uma vez que o utilizador pode optar por temperaturas diferentes das padrão, definidas pela norma. Contudo encontra-se nestas células uma nota com esta informação.

Encontra-se ainda presente o valor de  $Q_W$  por ano, mas para isso foi necessário multiplicar a equação (51) por 365 uma vez que esta tem como unidade MJ/dia. Finalmente, e como o  $Q_W$  se encontra em MJ/ano verificou-se ainda a necessidade de converter MJ/ano em kWh/ano, multiplicando apenas o valor de  $Q_W$  por 0,2777777778. Desta forma obteve-se o valor das necessidades energéticas para preparação de AQS que está automaticamente hiperligada à página de saída correspondente.

### **3.4. Classificação das necessidades globais de energia primária**

Para a quantificação das necessidades globais de energia primária decidiu-se optar como ponto de partida pelo projeto “TABULA”, uma vez que está bastante completo bem como pelo REH (2013) para as necessidades de arrefecimento dado que o projeto “TABULA” não contempla este parâmetro. É importante salientar que as necessidades globais de energia primária encontram-se quantificadas separadamente, ou seja, são realizados os cálculos para o aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária (AQS).

Cada necessidade de energia atravessa diferentes fases até serem conhecidas as necessidades globais de energia primária, nomeadamente o consumo de energia, necessidade global de energia primária não renovável e necessidade global de energia primária renovável (necessidade global de energia primária total). Cada tipo de energia contempla ainda as emissões de carbono bem como os custos associados às energias.

### 3.4.1. Consumo de energia

#### (i) Aquecimento

O consumo de energia para gerar calor no sistema de aquecimento é obtido pela equação (55) proveniente do projeto “TABULA”.

$$q_{del,h,i} = \alpha_{nd,h,i} \times q_{g,h,out} \times e_{g,h,i} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (55)$$

Onde:

$q_{del,h,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de aquecimento (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\alpha_{nd,h,i}$ -Fração de calor do sistema;

$q_{g,h,out}$ -Energia despendida pelo gerador (kWh/m<sup>2</sup>a);

$e_{g,h,i}$ -Eficiência energética do sistema.

Por forma a obter o resultado da equação (55) torna-se impreterível conhecer detalhadamente os seus parâmetros. Neste caso apenas o parâmetro  $q_{g,h,out}$  se desdobra numa outra equação (56).

$$q_{g,h,out} = q_{nd,h} - \eta_{h,gn} \times (q_{w,h} + q_{ve,h,rec}) + q_{d,h} + q_{s,h} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (56)$$

Onde:

$q_{g,h,out}$ -Energia despendida pelo gerador (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{nd,h}$ -Necessidade anual de energia para aquecimento por m<sup>2</sup> (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\eta_{h,gn}$ -Fator de utilização de ganhos, determinado na equação (15);

$q_{w,h}$ -Perda de calor recuperável por m<sup>2</sup> (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{ve,h,rec}$ -Contribuição do espaço para o aquecimento proveniente da ventilação por unidade de recuperação por  $m^2$  de área útil ( $kWh/m^2a$ );

$q_{d,h}$ -Perda de calor eficaz anual do sistema de distribuição de aquecimento ambiente por  $m^2$  de área ( $kWh/m^2a$ );

$q_{s,h}$ -Perda de calor eficaz anual do armazenamento do sistema de aquecimento por  $m^2$  de área ( $kWh/m^2a$ ).

De referir que o  $q_{ve,h,rec}$ , é obtido por meio da equação (57), nomeadamente:

$$q_{ve,h,rec} = \eta_{ve,rec} \times q_{ht,ve} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (57)$$

Onde:

$q_{ve,h,rec}$ -Contribuição do espaço para o aquecimento proveniente da ventilação por unidade de recuperação por  $m^2$  de área útil ( $kWh/m^2a$ );

$\eta_{ve,rec}$ -Eficiência da recuperação de calor de ventilação;

$q_{ht,ve}$ -Transferência de calor total por ventilação anual por  $m^2$  de área. Valor proveniente da equação (9) ( $kWh/m^2a$ ).

No programa, o consumo de energia para o aquecimento obtém-se através dos seguintes passos:

1. Criação de uma tabela “principal” que contém os vários parâmetros da equação (56) no separador da situação inicial e após reabilitação bem como um local destinado à explicação dos respetivos parâmetros;
2. O 1º parâmetro da tabela contém o  $\eta_{ve,rec}$ . Para este parâmetro desenvolveu-se uma tabela de dados com equipamentos e respetivas eficiências energéticas que o projeto “TABULA” sugere.

Contudo se não existir o tipo de sistema que o utilizador deseja, basta colocar o inverso da eficiência energética desejada na célula, visto que o projeto “TABULA” assume o inverso da eficiência energética dos equipamentos para todos os parâmetros;

3. O 2º parâmetro corresponde ao tipo de energia utilizada no sistema de aquecimento. A metodologia assume que podem existir três tipos de energias diferentes. Cabe ao

utilizador escolher qual a que se aplica ao seu caso. Para isso tornou-se imprescindível criar uma base de dados com os tipos de energia presentes no projeto “TABULA” e também no REH (2013). É referida uma nota em que, caso o tipo de energia não esteja presente na listagem apresentada, o utilizador deve recorrer à célula enunciada e colocar lá o seu tipo de energia;

4. Os 3º e 4º parâmetros correspondem à fração de calor utilizada pelos 2º e 3º equipamentos, ou seja, caso exista mais do que um equipamento para aquecimento do edifício, o utilizador deve introduzir nestas células a fração correspondente a cada um, em unidades, sendo posteriormente retirado automaticamente estes valores ao 1º equipamento e transformado em percentagem;
5. Os 5º, 6º e 7º parâmetros referem-se à eficiência energética do sistema de aquecimento. Neste caso a ferramenta arbitra a existência de três tipos de sistemas onde o utilizador deve escolher o seu tipo de equipamento, e, a ele corresponderá automaticamente o valor da eficiência energética uma vez que foi criada uma base de dados com equipamentos e respetivas eficiências energéticas de acordo com o projeto “TABULA”. Caso a eficiência energética não corresponda à desejada o utilizador pode introduzi-la diretamente sob a forma inversa, ou seja, insere a eficiência energética do equipamento sob a forma de  $\frac{1}{\text{Eficiência energética}}$ ;
6. Os 8º, 9º e 10º parâmetros dizem respeito à eficiência energética dos sistemas de aquecimento apenas no caso em que se verifica a existência de um equipamento que combina a eletricidade com outro tipo de energia. Caso não se verifique esta situação, o utilizador deve escolher a opção “Doesn’t exist” e o programa assume diretamente o valor de 0;
7. O 11º parâmetro refere-se ao  $q_{s,h}$  através do qual se inseriu uma base de dados com vários tipos de sistemas de armazenamento de calor e respetivas eficiências energéticas provenientes do projeto “TABULA”. Assim o utilizador escolhe a opção que melhor se adapta ao seu edifício ou, caso não se encontre a eficiência pretendida coloca diretamente o inverso da sua;
8. O 12º parâmetro diz respeito ao  $q_{d,h}$  que, tal como nos restantes parâmetros tornou-se necessária a introdução de uma tabela com dados referentes a sistemas de distribuição e respetivas eficiências energéticas. Cabe ao utilizador escolher a opção que melhor se adapta ao seu caso;

9. Por último, o 13º parâmetro refere-se ao  $q_{del,h,aux}$  que será utilizado para o cálculo das necessidades globais de energia primária para energias renováveis e não renováveis, e, traduz-se no uso anual de energia auxiliar do sistema de aquecimento. Assim desenvolveu-se uma base de dados com os tipos de sistemas e respetivas eficiências energéticas provenientes do projeto “TABULA”. O utilizador deve optar pelo sistema a aplicar, a que corresponderá automaticamente o respetivo valor da eficiência energética;
10. Uma vez conhecidos todos os parâmetros necessários para a quantificação da expressão (55) é possível conhecer o seu resultado automaticamente na página de saída quer relativamente à solução inicial quer após a reabilitação. De referenciar que todas as bases de dados enunciadas nos pontos anteriores seguirão no Anexo VI. De realçar ainda que, caso não se verifique qualquer alteração da solução inicial para a solução após a reabilitação é necessário introduzir os mesmos valores no separador referente à solução após reabilitação.

## (ii) Arrefecimento

O consumo de energia para o sistema de arrefecimento é determinado a partir da equação (58).

$$q_{del,c,i} = \alpha_{nd,c,i} \times q_{g,c,out} \times e_{g,c,i} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (58)$$

Onde:

$q_{del,c,i}$ -Consumo de energia para o sistema de arrefecimento (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\alpha_{nd,c,i}$ -Fração de calor do sistema;

$q_{g,c,out}$ -Energia despendida pelo gerador (kWh/m<sup>2</sup>a);

$e_{g,c,i}$ -Eficiência energética do sistema.

Para que a equação (58) possa ser quantificada torna-se crucial conhecer todos os parâmetros envolvidos na expressão. Contudo o  $q_{g,c,out}$ , à semelhança do sistema de aquecimento também se desdobra na equação (59).



$$q_{g,c,out} = q_{nd,c} + \eta_{c,gn} \times q_{w,c} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (59)$$

Onde:

$q_{g,c,out}$ -Energia despendida pelo gerador (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{nd,c}$ -Necessidade anual de energia para arrefecimento por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\eta_{c,gn}$ -Fator de utilização de perdas para o arrefecimento, calculado na equação (47);

$q_{w,c}$ -Perda de calor recuperável por m<sup>2</sup> (kWh/m<sup>2</sup>a).

No programa, o arrefecimento apenas contempla os pontos 3,4 e 5 do consumo de energia para aquecimento uma vez que não se justifica a introdução dos restantes parâmetros para o consumo de energia do arrefecimento. Contudo para o ponto 3, apenas existe um tipo de energia mas com características diferentes que se refletirão na quantificação de necessidades globais de energia primária, sendo elas a eletricidade segundo o projeto “TABULA” e o REH (2013). O utilizador também poderá por optar por outro tipo de energia bastando para isso indicá-la na célula que a nota indica.

Os pontos 4 e 5 são iguais às do uso de energia para o aquecimento. No entanto o ponto 5 contém os sistemas e respetivas eficiências energéticas provenientes do REH (2013) uma vez que o projeto “TABULA” não dispõe da componente de arrefecimento. Não esquecer que, tal como no aquecimento todas as bases de dados estão presentes no Anexo VII e ainda, caso não se verifique qualquer alteração da solução inicial para a após reabilitação então no separador da solução após reabilitação devem ser colocados os valores iguais aos da solução inicial.

### (iii) Água Quente Sanitária (AQS)

O consumo de energia para a preparação de Água Quente Sanitária (AQS) é determinada segundo a equação (60).

$$q_{del,w,i} = \alpha_{nd,w,i} \times q_{g,w,out} \times e_{g,w,i} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (60)$$

Onde:

$q_{del,w,i}$ -Consumo de energia para a preparação de Água Quente Sanitária (AQS) (kWh/m<sup>2</sup>/a);

$\alpha_{nd,w,i}$ -Fração de calor do sistema;

$q_{g,w,out}$ -Energia despendida pelo gerador (kWh/m<sup>2</sup>a);

$e_{g,w,i}$ -Eficiência energética do sistema.

A energia despendida pelo gerador,  $q_{g,w,out}$ , corresponde à necessidade de energia para a preparação de AQS e ainda às perdas de calor para o armazenamento e distribuição de acordo com a equação (61).

$$q_{g,w,out} = q_{nd,w} + q_{d,w} + q_{s,w} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (61)$$

Onde:

$q_{g,w,out}$ -Energia despendida pelo gerador (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{nd,w}$ -Necessidade anual de energia para a preparação de AQS por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{d,w}$ -Perda de calor anual do sistema de distribuição de água quente por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{s,w}$ -Perda de calor anual do sistema de armazenamento de água quente por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a).

Para além desta expressão é crucial a quantificação das perdas de calor produzidas no interior do edifício durante a estação de aquecimento e que podem ser recuperáveis (62).

$$q_{w,h} = q_{g,w,h} + q_{s,w,h} + q_{d,w,h} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (62)$$

Onde:

$q_{w,h}$ -Perdas de calor produzidas no interior do edifício e que podem ser recuperáveis (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{g,w,h}$ -Perda de calor recuperável dos sistemas de aquecimento por m<sup>2</sup> de área de referência (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{s,w,h}$ -Perda de calor recuperável do sistema de armazenamento por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a);

$q_{d,w,h}$ -Perda de calor recuperável do sistema de distribuição por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a).

Quanto ao consumo de energia relativo à preparação de Água Quente Sanitária (AQS) e tal como no aquecimento e arrefecimento, também se construiu uma tabela com os parâmetros idênticos aos do aquecimento.

1. O 1º parâmetro contém o  $q_{del,ve,aux}$  que corresponde à utilização anual de energia elétrica por  $m^2$  de área, e, será aplicado nas necessidades globais de energia primária. A este parâmetro foram associados vários sistemas com as respetivas eficiências energéticas. O utilizador apenas tem de escolher qual o sistema do edifício, ou se não existe. A eficiência aparece automaticamente conforme a escolha do sistema;
2. O 2º parâmetro corresponde ao  $q_{nd,w}$ , ou seja, à necessidade anual de energia para preparação de Água Quente Sanitária (AQS) por  $m^2$  de área. Neste caso o valor obtido na equação (51) é dividido automaticamente pela área do edifício inserida inicialmente no 1º separador do programa;
3. Os 3º, 4º, 5º, 6º, 7º e 8º parâmetros do consumo de energia para produção de AQS são semelhantes ao aquecimento, apesar dos sistemas e respetivas eficiências energéticas serem diferentes. Contudo o processo de cálculo e os parâmetros são os mesmos pelo que não se justifica voltar a repeti-los;
4. O 9º parâmetro diz respeito ao  $q_{s,w,h}$ , que serve para quantificar a perda de calor recuperável do sistema de AQS. Desta forma o utilizador deve optar pelo sistema que se ajusta ao seu edifício. Após a opção do sistema, aparece automaticamente a eficiência energética correspondente. De salientar que foi criada uma base de dados com os sistemas e respetivas eficiências energéticas provenientes do projeto “TABULA”;
5. O 10º parâmetro corresponde ao  $q_{d,w,h}$  que tal como o 9º parâmetro diz respeito à perda de calor recuperável do sistema de distribuição. O processo de cálculo é igual ao do 9º parâmetro mas com sistemas e eficiências energéticas diferentes;
6. Tal como no aquecimento e arrefecimento, também no consumo de energia para a preparação de AQS estão presentes no Anexo VIII todas as bases de dados utilizadas para o cálculo dos parâmetros e, é importante salientar ainda que caso a solução após reabilitação seja igual à da solução inicial então devem ser colocados os mesmos valores da solução inicial na após reabilitação.

### 3.4.2. Necessidade global de energia primária não renovável

As necessidades de energia global primária não renovável tomam o mesmo processo para o aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária (AQS) diferindo apenas a nomenclatura utilizada em cada expressão, e, ainda no facto de que no arrefecimento não se consideram os parâmetros referentes à energia auxiliar. Desta forma as expressões que traduzem as necessidades de energia global primária não renovável para os diferentes tipos de energia são:

#### (i) Aquecimento

As necessidades de energia global primária não renovável para o aquecimento traduzem-se na equação (63).

$$q_{p,nonren,h} = \sum_i f_{p,nonren,h,i} \times q_{del,h,i} + f_{p,nonren,aux} \times q_{del,h,aux} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (63)$$

Onde:

$q_{p,nonren,h}$ -Necessidades de energia global primária não renovável (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i f_{p,nonren,h,i}$ -Fatores de energia primária não renováveis utilizados pelo sistema de aquecimento;

$q_{del,h,i}$ -Uso de energia para gerar calor no sistema de aquecimento (kWh/m<sup>2</sup>a);

$f_{p,nonren,aux}$ -Fator de energia primária não renovável referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares;

$q_{del,h,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de aquecimento por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a).

#### (ii) Arrefecimento

As necessidades energéticas globais primárias não renováveis para o arrefecimento são quantificadas de acordo com a equação (64).

$$q_{p,nonren,c} = \sum_i f_{p,nonren,c,i} \times q_{del,c,i} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (64)$$

Onde:

$q_{p,nonren,c}$ -Necessidades de energia global primária não renovável (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i f_{p,nonren,c,i}$ -Fatores de energia primária não renováveis utilizados pelo sistema de arrefecimento;

$q_{del,c,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de arrefecimento (kWh/m<sup>2</sup>a).

### (iii) Preparação de Água Quente Sanitária (AQS)

A necessidade global de energia primária não renovável para a preparação de Água Quente Sanitária é obtida pela equação (65).

$$q_{p,nonren,w} = \sum_i f_{p,nonren,w,i} \times q_{del,w,i} + f_{p,nonren,aux} \times q_{del,w,aux} \quad (kWh/m^2a) \quad (65)$$

Onde:

$q_{p,nonren,w}$ -Necessidades de energia global primária não renovável (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i f_{p,nonren,w,i}$ -Fatores de energia primária não renováveis utilizados pelo sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS);

$q_{del,w,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de preparação de Água Quente Sanitária (kWh/m<sup>2</sup>a);

$f_{p,nonren,aux}$ -Fator de energia primária não renovável referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares;

$q_{del,w,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a).

### 3.4.3. Necessidade global de energia primária renovável

As necessidades globais de energia primária renovável correspondem às necessidades globais de energia primária totais e, tal como no procedimento de cálculo para as necessidades globais de energia primária não renovável também estas adotam o mesmo processo de cálculo relativamente ao aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária (AQS) diferenciando apenas a nomenclatura e, no caso do arrefecimento, este não contempla os

parâmetros auxiliares. Assim as expressões que traduzem as necessidades globais de energia primária totais para cada tipo de necessidade energética são:

### (i) Aquecimento

As necessidades de energia global primária renovável para o aquecimento traduzem-se na equação (66).

$$q_{p,total,h} = \sum_i f_{p,total,h,i} \times q_{del,h,i} + f_{p,total,aux} \times q_{del,h,aux} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (66)$$

Onde:

$q_{p,total,h}$ -Necessidades de energia global primária total (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i f_{p,total,h,i}$ -Fatores de energia primária totais utilizados pelo sistema de aquecimento;

$q_{del,h,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de aquecimento (kWh/m<sup>2</sup>a);

$f_{p,total,aux}$ -Fatores de energia primária totais referentes à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares;

$q_{del,h,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de aquecimento por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a).

### (ii) Arrefecimento

As necessidades energéticas globais primárias renováveis para o arrefecimento são quantificadas de acordo com a equação (67).

$$q_{p,total,c} = \sum_i f_{p,total,c,i} \times q_{del,c,i} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (67)$$

Onde:

$q_{p,total,c}$ -Necessidades de energia global primária total (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i f_{p,total,c,i}$ -Fatores de energia primária totais utilizados pelo sistema de arrefecimento;

$q_{del,c,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de arrefecimento (kWh/m<sup>2</sup>a).

### (iii) Preparação de Água Quente Sanitária (AQS)

A necessidade global de energia primária renovável para a preparação de Água Quente Sanitária é obtida pela equação (68).

$$q_{p,total,w} = \sum_i f_{p,total,w,i} \times q_{del,w,i} + f_{p,total,aux} \times q_{del,w,aux} \text{ (kWh/m}^2\text{a)} \quad (68)$$

Onde:

$q_{p,total,w}$ -Necessidades de energia global primária total (kWh/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i f_{p,total,w,i}$ -Fatores de energia primária totais utilizados pelo sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS);

$q_{del,w,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) (kWh/m<sup>2</sup>a);

$f_{p,total,aux}$ -Fatores de energia primária totais referentes à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares;

$q_{del,w,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a).

#### 3.4.4. Emissões de dióxido de carbono

Tal como na quantificação das necessidades globais de energia primária também na quantificação das emissões de dióxido de carbono, os parâmetros correspondentes ao aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária (AQS) apresentam o mesmo processo. No entanto o arrefecimento difere das restantes necessidades visto que não contém os parâmetros auxiliares. Logo, as expressões que traduzem a quantificação das emissões de dióxido de carbono de acordo com o projeto “TABULA” são as (69), (70) e (71).

#### (i) Aquecimento

As emissões de carbono para o aquecimento traduzem-se na equação (69).

$$m_{CO_2,h} = 0,001 \times (\sum_i f_{CO_2,h,i} \times q_{del,h,i} + f_{CO_2,aux} \times q_{del,h,aux}) \text{ (Kg/m}^2\text{a)} \quad (69)$$

Onde:

$m_{CO_2,h}$ -Emissões anuais de dióxido de carbono para o aquecimento ( $kg/m^2a$ );

$\sum_i f_{CO_2,h,i}$ -Fatores de emissão de dióxido de carbono utilizados pelos sistemas de aquecimento ( $g/kWh$ );

$q_{del,h,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de aquecimento ( $kWh/m^2a$ );

$f_{CO_2,aux}$ -Fator de emissão de dióxido de carbono referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares ( $g/kWh$ );

$q_{del,h,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de aquecimento por  $m^2$  de área ( $kWh/m^2a$ ).

## (ii) Arrefecimento

As emissões de carbono para o arrefecimento são quantificadas de acordo com a equação (70).

$$m_{CO_2,c} = 0,001 \times (\sum_i f_{CO_2,c,i} \times q_{del,c,i}) \quad (Kg/m^2a) \quad (70)$$

Onde:

$m_{CO_2,c}$ -Emissões anuais de dióxido de carbono para o arrefecimento ( $Kg/m^2a$ );

$\sum_i f_{CO_2,c,i}$ -Fatores de emissão de dióxido de carbono utilizado pelo sistema de arrefecimento ( $g/kWh$ );

$q_{del,c,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de arrefecimento ( $kWh/m^2a$ ).

## (iii) Preparação de Água Quente Sanitária (AQS)

As emissões de carbono para a preparação de Água Quente Sanitária são obtidas pela equação (71).

$$m_{CO_2,w} = 0,001 \times (\sum_i f_{CO_2,w,i} \times q_{del,w,i} + f_{CO_2,aux} \times q_{del,w,aux}) \quad (Kg/m^2a) \quad (71)$$



Onde:

$m_{CO_2,w}$ -Emissões anuais de dióxido de carbono para a preparação de Água Quente Sanitária (AQS) (Kg/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i f_{CO_2,w,i}$ -Fatores de emissão de dióxido de carbono utilizados pelos sistemas de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) (g/kWh);

$q_{del,w,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) (kWh/m<sup>2</sup>a);

$f_{CO_2,aux}$ -Fator de emissão de dióxido de carbono referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares (g/kWh);

$q_{del,w,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) por m<sup>2</sup> de área (kWh/m<sup>2</sup>a).

### 3.4.5. Custos relacionados com a energia

Por fim, e, tal como nas necessidades globais de energia primária bem como nas emissões de dióxido de carbono também os custos relacionados com a energia adotam o mesmo processo dos referidos anteriormente, apesar de adotarem nomenclatura diferente para os diversos tipos de necessidade, bem como o arrefecimento não conter os parâmetros auxiliares. As expressões que traduzem os custos relacionados com a energia são as (72), (73) e (74).

#### (i) Aquecimento

Os custos relacionados com a energia para o aquecimento traduzem-se na equação (72).

$$C_h = \sum_i P_{h,i} \times q_{del,h,i} + P_{aux} \times q_{del,h,aux} \text{ (€/m}^2\text{a)} \quad (72)$$

Onde:

$C_h$ -Custos afetos à energia para o aquecimento (€/m<sup>2</sup>a);

$\sum_i P_{h,i}$ -Preços da energia do sistema de aquecimento (€/kWh);

$q_{del,h,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de aquecimento (kWh/m<sup>2</sup>a);

$P_{aux}$ -Preço da eletricidade dos dispositivos auxiliares (€/kWh);

$q_{del,h,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de aquecimento por  $m^2$  de área ( $kWh/m^2a$ ).

## (ii) Arrefecimento

Os custos relacionados com a energia para o arrefecimento são quantificados de acordo com a equação (73).

$$C_c = \sum_i P_{c,i} \times q_{del,c,i} + P_{aux} \times q_{del,c,aux} \quad (\text{€/m}^2a) \quad (73)$$

Onde:

$C_h$ -Custos afetos à energia para o arrefecimento ( $€/m^2a$ );

$\sum_i P_{c,i}$ -Preços da energia do sistema de arrefecimento ( $€/kWh$ );

$q_{del,c,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de arrefecimento ( $kWh/m^2a$ ).

## (iii) Preparação de Água Quente Sanitária (AQS)

Os custos relacionados com a energia para a preparação de Água Quente Sanitária são obtidos pela equação (74).

$$C_w = \sum_i P_{w,i} \times q_{del,w,i} + P_{aux} \times q_{del,w,aux} \quad (\text{€/m}^2a) \quad (74)$$

Onde:

$C_w$ -Custos afetos à energia para a preparação de Água Quente Sanitária (AQS) ( $€/m^2a$ );

$\sum_i P_{w,i}$ -Preços da energia do sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) ( $€/kWh$ );

$q_{del,w,i}$ -Consumo de energia para gerar calor no sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) ( $kWh/m^2a$ );

$P_{aux}$ -Preço da eletricidade dos dispositivos auxiliares ( $€/kWh$ );

$q_{del,w,aux}$ -Consumo anual de energia auxiliar do sistema de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) por  $m^2$  de área ( $kWh/m^2a$ ).

Na metodologia criaram-se tabelas “principais” para cada um dos tipos de energia no separador da situação inicial e após reabilitação.

As tabelas em questão contêm todos os parâmetros necessários ao cálculo das necessidades globais de energia primária referentes a cada tipo de energia, nomeadamente os parâmetros necessários para quantificar as necessidades de energia global primária não renovável, renovável, emissões de dióxido de carbono e ainda os custos associados à energia. Contudo o utilizador apenas precisa de preencher as células referentes aos parâmetros auxiliares que se encontram em aberto bem como os parâmetros relativos aos custos. Os parâmetros auxiliares estão em aberto porque em muitos dos casos não se aplicam ao edifício, mas na nota referente a estes parâmetros é indicado para se dirigirem à explicação dos mesmos e lá encontrarão valores exemplo a ser aplicados, provenientes do projeto “TABULA” e do REH (2013).

Quanto aos custos, estes também estão em aberto porque o mercado encontra-se em constante mudança e os preços da energia não são fixos. Assim na explicação relativamente a este parâmetro encontram-se alguns valores utilizados atualmente no mercado para cada tipo de energia cabendo ao utilizador optar por esses ou não.

Relativamente aos restantes parâmetros, de acordo com o tipo de energia optado inicialmente pelo utilizador para cada tipo de necessidade energética, o programa assume automaticamente nestas tabelas, qual a energia a assumir e corresponde automaticamente o fator de energia primária. Para que a ferramenta assuma automaticamente os fatores de energia primária respeitantes a cada parâmetro introduziram-se bases de dados com os valores da energia primária correspondentes a cada tipo de energia segundo o projeto “TABULA” e o REH (2013).

Quanto às emissões de carbono também se criaram tabelas de dados com os fatores provenientes do REH (2013) bem como da norma prEN 15603 (2007).

Todas as bases de dados inseridas seguem no Anexo IX. De notar ainda que, tal como referido anteriormente caso não se verifique qualquer alteração da situação inicial para a após reabilitação então os dados da situação inicial devem voltar a ser colocados no separador da

solução após reabilitação. Os dados inseridos nestes separadores estão automaticamente hiperligados às páginas de saída que fornecem os resultados finais.

### **3.5. Avaliação do ciclo de vida**

A avaliação do ciclo de vida do edifício pretende, na presente dissertação, ser integrada com as necessidades energéticas do edifício com o intuito de demonstrar a importância que os impactos ambientais dos materiais, transporte, sistemas energéticos, fase de operação e manutenção de um edifício aliados às necessidades energéticas do mesmo assumem perante uma construção e um edifício reabilitado. Desta forma será possível analisar qual o melhor “pacote” de medidas a integrar na reabilitação de um edifício por forma a mitigar os impactos ambientais bem como a reduzir as necessidades energéticas do mesmo.

Assim este subcapítulo pretende explicar de que forma é possível conjugar os impactos ambientais com as necessidades energéticas de um edifício.

Para que tal se tornasse possível, recorreu-se ao programa informático SimaPro nomeadamente à base de dados Ecoinvent bem como às tabelas do ITE 50 (Santos, Matias, 2006).

O subcapítulo em questão será composto por duas frações distintas, nomeadamente a situação inicial e após reabilitação do edifício.

#### **3.5.1. Situação inicial do edifício**

Na condição inicial do edifício apenas se consegue saber os impactos ambientais afetos ao consumo energético do mesmo. Assim de acordo com o tipo de energia existente no edifício, já conhecido no separador da solução inicial, é possível conhecer quais os impactos ambientais afetos ao mesmo. Desta forma recorreu-se ao programa informático SimaPro, nomeadamente à base de dados Ecoinvent com o intuito de retirar os impactos ambientais dos tipos de energia existentes na base de dados da metodologia. Da base de dados Ecoinvent importa conhecer os indicadores ambientais apresentados na Tabela 13:

Tabela 13. Indicadores ambientais

Indicadores ambientais	Descrição dos indicadores ambientais
ADP	Potencial de diminuição das reservas de recursos não-renováveis
GWP	Potencial de aquecimento global
ODP	Potencial de destruição da camada de ozono estratosférico
AP	Potencial de acidificação
POCP	Potencial de formação de ozono troposférico
EP	Potencial de eutrofização
ENR	Energia não renovável incorporada
ER	Energia renovável incorporada

No entanto a base de dados referida fornece os impactes ambientais da energia em MJ pelo que se tornou necessário convertê-los em kWh bastando para isso multiplicar cada valor obtido por 0,2777777778.

Uma vez conhecidos os impactes ambientais associados aos tipos de energia já definidos anteriormente, criou-se um novo separador para o cálculo dos impactes ambientais antes e após a reabilitação do edifício que contempla uma base de dados com os tipos de energia e respetivos impactes ambientais.

Posteriormente criaram-se três tabelas para o modo de aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária (AQS). Cada tabela contempla os três possíveis tipos de energia enunciados nas necessidades globais de energia primária, já definidos entretanto pelo utilizador, e que aparecem em cada tabela de acordo com o escolhido anteriormente.

Consoante a escolha, aparecem automaticamente os impactes ambientais associados ao tipo de energia e no final de cada tabela, para cada parâmetro ambiental, somam-se os três tipos de energia e multiplicam-se por cada necessidade energética respetivamente (aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária (AQS)).

Para além do separador que contém os impactes ambientais associados à situação inicial e após reabilitação do edifício criou-se ainda um separador que corresponde à página de saída da interligação dos impactes ambientais com o desempenho energético do edifício. Logo, para a situação inicial, na página de saída criou-se uma tabela com os valores das necessidades energéticas do edifício para o aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente

Sanitária (AQS) bem como os respetivos impactes ambientais da energia, provenientes do separador destinado aos impactes ambientais.

### **3.5.2. Situação após a reabilitação do edifício**

Ao contrário da situação inicial em que o edifício se encontra, após a reabilitação do mesmo já é possível quantificar os impactes ambientais dos materiais adicionados bem como do transporte dos mesmos para além de existir a possibilidade de conhecer os impactes ambientais associados ao consumo de energia do edifício e ainda o impacto ambiental dos sistemas utilizados por cada tipo de necessidade energética.

Para uma melhor perceção dos impactes ambientais associados à reabilitação do edifício decidiu-se separar os mesmos.

#### **(i) Impacte ambiental dos materiais**

Conheceu-se o impacto ambiental dos materiais através da introdução dos materiais constantes na base de dados presentes na metodologia, no banco de dados Ecoinvent. Os valores retirados do SimaPro para cada material estão na unidade de Kg, exceto as janelas que se encontram em m<sup>2</sup>.

Assim para conhecer os impactes ambientais associados a cada material tornou-se imprescindível a multiplicação dos mesmos pela espessura do material, pela massa volúmica aparente seca e pela área do elemento construtivo, com exceção das janelas que resultaram apenas da multiplicação da área da janela pelos impactes ambientais retirados do SimaPro.

A metodologia está preparada para executar automaticamente este cálculo uma vez que a base de dados dos materiais contém a massa volúmica aparente seca, cujos parâmetros foram retirados das tabelas do ITE 50 (Santos, Matias, 2006).

Desta forma, no separador após a reabilitação do edifício é possível ao utilizador observar quais os impactes ambientais associados ao material a adicionar ao elemento construtivo do edifício, uma vez que o cálculo dos impactes ambientais para cada categoria é efetuado

automaticamente. Logo, cada tabela de cada elemento construtivo soma os impactes ambientais de cada material para cada categoria e elemento construtivo.

O total dos impactes ambientais de cada parâmetro afeto a cada elemento construtivo está associado a uma tabela, destinada aos materiais, no separador dos impactes ambientais que por sua vez está hiperligado à página de saída dos impactes ambientais da situação após a reabilitação do edifício, onde nesta apenas se apresenta o valor total dos impactes ambientais de todos os elementos construtivos do edifício, por categoria.

(ii) Impacte ambiental do transporte

Ao contrário dos materiais, o impacte ambiental dos transportes é mais simples de ser obtido. Inicialmente recorreu-se à base de dados Ecoinvent e optou-se por um único tipo de transporte que permitisse entregar qualquer tipo de material por forma a simplificar o processo.

Desta feita, optou-se por um camião para uma capacidade entre 3,5 e 15 toneladas, e, retirou-se o impacte ambiental do mesmo em tkm. Posteriormente o impacte ambiental do transporte foi adicionado à base de dados dos materiais e associado ao separador após a reabilitação do edifício, nomeadamente às tabelas dos elementos construtivos. Em cada tabela referente a cada elemento construtivo, quando o utilizador adiciona um novo material para a reabilitação do edifício é-lhe questionado se necessita de transporte para o material. Em caso afirmativo deve colocar a distância que o camião irá percorrer em km. Assim o impacte ambiental do transporte associado à adição de cada material corresponderá à multiplicação do impacte ambiental, por categoria, do transporte pela distância (km), pela massa volúmica aparente seca, pela espessura e pela área do elemento construtivo. Todos estes parâmetros serão divididos por 1000 por forma a transformar a unidade tkm dos impactes ambientais em Km.

Mais uma vez as janelas representam uma exceção e, por isso o impacte ambiental associado à adição das mesmas corresponde à multiplicação do impacte ambiental do transporte, por categoria, da janela pela distância (km) e pela área da janela. Estes parâmetros também serão divididos por 1000 com o intuito de transformar a unidade tKm dos impactes ambientais em km.

Cada tabela de cada elemento construtivo faz a soma direta dos impactes ambientais associados ao transporte, por categoria, que serão hiperligados, tal como os materiais a uma tabela no separador dos impactes ambientais e por sua vez, o seu total à página de saída.

(iii) Impacte ambiental associado ao consumo de energia

Tal como na situação inicial do edifício, também na solução após a sua reabilitação o processo de cálculo que permite conhecer o impacte ambiental associado ao consumo energético da construção é igual, pelo que não se justifica voltar a repetir a mesma explicação.

De notar apenas que foram criadas novas tabelas para o aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS para a solução após a reabilitação do edifício, no separador dos impactes ambientais bem como na página de saída.

(iv) Impacte ambiental dos sistemas energéticos do edifício

O impacte ambiental dos sistemas energéticos aplicados na reabilitação do edifício seguem um processo idêntico ao do consumo de energia. Assim retirou-se da base de dados Ecoinvent os impactes ambientais associados a todos os sistemas existentes na base de dados para o aquecimento e preparação de AQS. Quanto ao arrefecimento, os sistemas assumem um impacte ambiental com valor nulo uma vez que a Ecoinvent não contempla sistemas de arrefecimento dado que é de origem nórdica e, estes países não necessitam de arrefecimento.

Após o conhecimento dos impactes ambientais associados a cada sistema colocaram-se as bases de dados dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e preparação de Água Quente Sanitária no separador dos impactes ambientais com os respetivos impactes ambientais.

Posteriormente criaram-se três tabelas para o aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS. Cada tabela contém o tipo de equipamento escolhido pelo utilizador no separador da solução após a reabilitação que, por sua vez associa automaticamente o respetivo impacte ambiental para cada categoria. No final cada tabela executa o somatório dos impactes



ambientais, por categoria, que serão adicionados na página de saída aos impactes ambientais do consumo de energia.

A página de saída dá a conhecer os impactes ambientais totais, por categoria, na situação inicial e após a reabilitação do edifício.

Uma vez que o parâmetro ambiental, GWP, ou seja, o fator de aquecimento global é aquele que contém uma maior contribuição para os impactes ambientais, a página de saída apresenta um gráfico que diz automaticamente qual a maior percentagem de GWP referente às categorias (materiais, transporte, energia e sistemas) existente na solução após a reabilitação do edifício.

A página de saída integra ainda um gráfico denominado por “Payback time” que representa, para uma duração de 50 anos, se a solução de reabilitação a aplicar compensará o investimento em relação à situação inicial e ao fim de quantos anos.



## CAPÍTULO 4

### 4. OBJETO DE ESTUDO

Neste capítulo aplicou-se a metodologia desenvolvida, a um edifício de tipologia T2, com frações distintas para o rés-do-chão e 1º andar, contemplando 61,8m<sup>2</sup> de área e 2,5m de pé-direito, localizado na cidade do Porto. Assim pretendeu-se testar e verificar a validade do programa comparando os valores obtidos com os do REH (2013) por forma a entender até que ponto o programa é fiável.

A metodologia foi aplicada a este caso de estudo uma vez que se trata de um edifício estudado no projeto internacional ANNEX 56, que tal como foi referido anteriormente a presente dissertação integra, e por isso faz todo o sentido que o mesmo seja avaliado no programa desenvolvido.

Testou-se a metodologia para a configuração normal do edifício construído bem como para a respetiva solução de reabilitação quer para o rés-do-chão quer para o 1º andar. Por fim teceram-se comentários e avaliações quanto à fiabilidade do programa desenvolvido procedendo-se ainda à apresentação dos resultados obtidos.

Por forma a tornar explícito o que foi referido, o presente capítulo será discriminado essencialmente por tabelas e figuras para que a compreensão do programa se torne mais acessível.

No anexo X e XI seguem as tabelas com os dados introduzidos e resultados obtidos, referentes a cada tipo de necessidade energética, de acordo com o programa desenvolvido para o rés-do-chão e 1º andar respetivamente.

#### 4.1. Características geométricas e físicas do edifício no rés-do-chão e 1º andar

Tal como foi referido no início do capítulo o caso de estudo aplica-se a um edifício composto por rés-do-chão e 1º andar, tratando-se de frações distintas, com 61,8m<sup>2</sup> de área e 2,5m de pé-direito, como se pode observar na Figura 7 localizando-se na cidade do Porto.

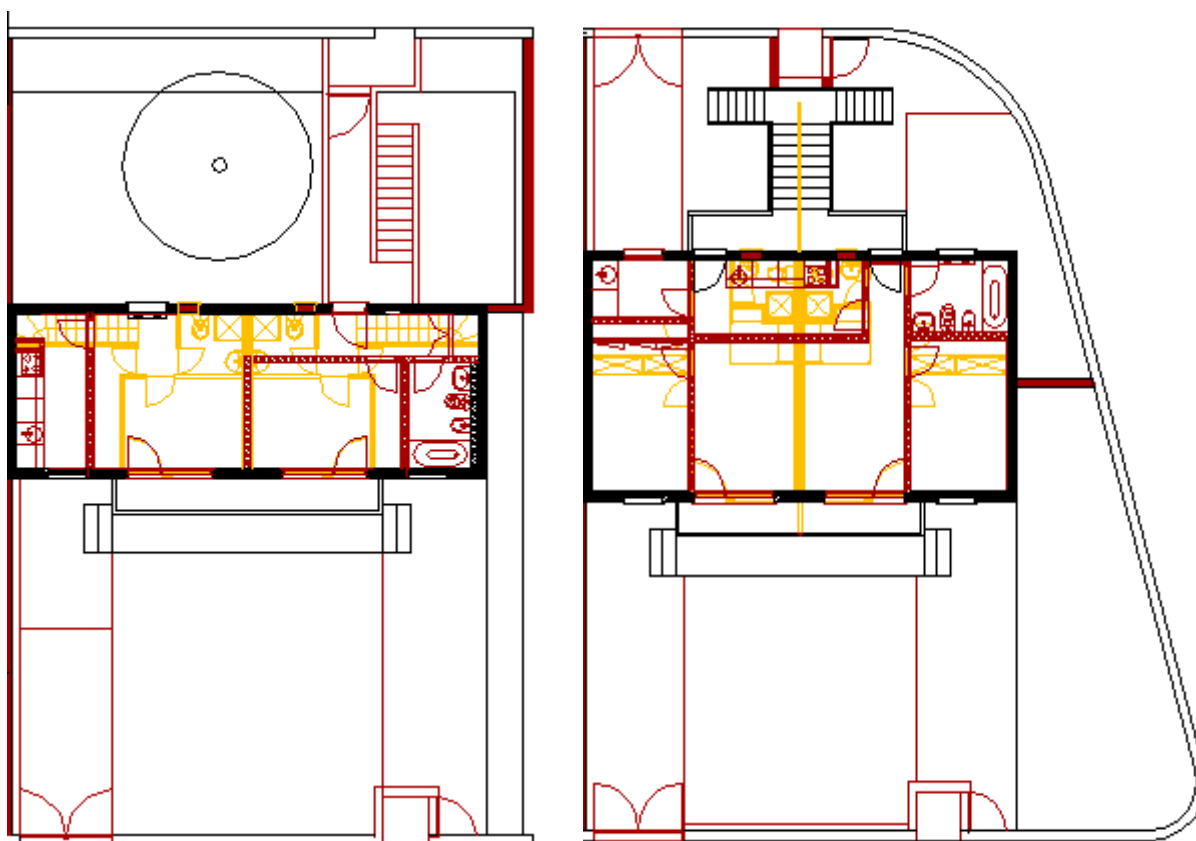


Figura 7. Planta do rés-do-chão e do 1º andar do caso de estudo

Relativamente aos elementos construtivos do edifício, as paredes quer do rés-do-chão, quer do 1º andar são constituídas por tijolo furado simples 15/20cm para o rés-do-chão e 1º andar respetivamente, e ainda com 2cm de reboco para cada lado. Na solução após reabilitação apenas se adicionou isolamento EPS com espessura de 10cm tal como se pode observar na Figura 8.

O pavimento térreo apresenta um revestimento cerâmico com 8mm de espessura, 8cm de camada de regularização e 20cm de brita. Após a reabilitação acrescentou-se isolamento RW com espessura de 8cm apresentado na Figura 9.

Quanto à cobertura esta é composta por laje aligeirada com 15cm de espessura e reboco de 2cm, e, na solução após reabilitação apenas se adicionou 14cm de isolamento RW visível na Figura 10.

Por fim os vãos envidraçados são constituídos por janelas em madeira com vidro simples e cortina interior pelo que não sofreram qualquer alteração da situação inicial para a após reabilitação.

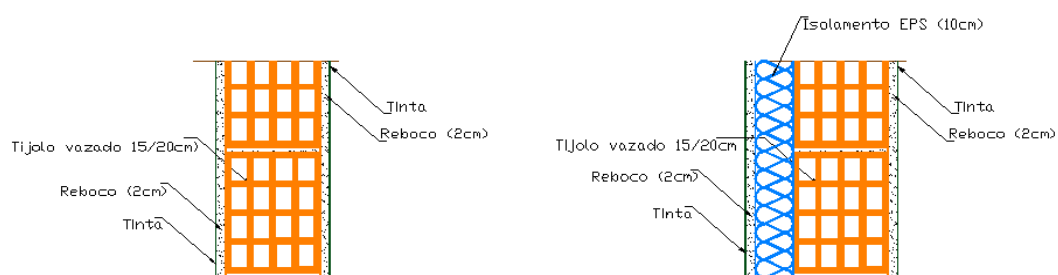


Figura 8. Constituição das paredes exteriores do rés-do-chão e 1º andar na situação inicial e após reabilitação

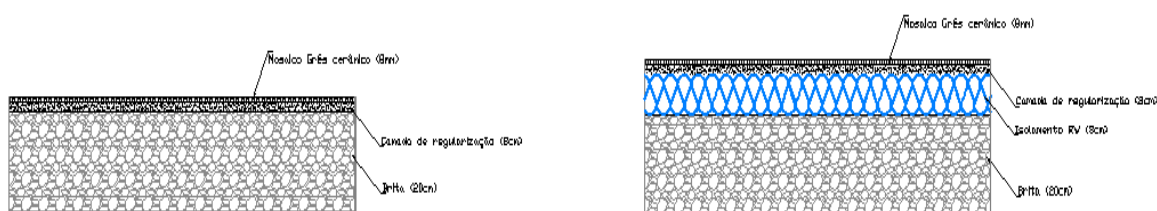


Figura 9. Constituição do pavimento do rés-do-chão e 1º andar na situação inicial e após reabilitação

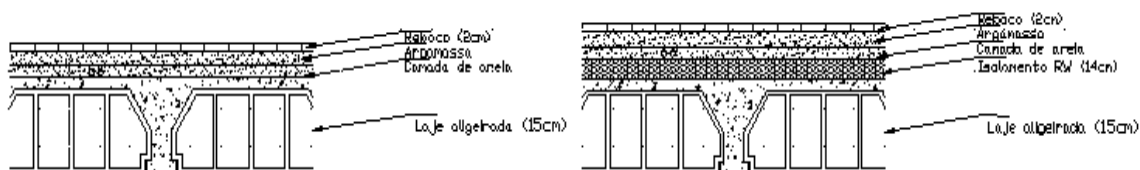


Figura 10. Constituição da cobertura do rés-do-chão e do 1º andar na situação inicial e após reabilitação

As características geométricas do edifício quer para o rés-do-chão quer para o 1º andar apresentam-se na Tabela 14.

Tabela 14. Descrição dos elementos construtivos do edifício em estudo

Descrição dos elementos construtivos	Orientação	Cor	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	Pala horizontal $\alpha$	Pala vertical à esquerda B <sub>esq</sub>	Pala vertical à direita B <sub>dir</sub>
Parede exterior 1	Sudoeste	Clara	20,21/20,21	1,39/1,69	0°/0°	0°/0°	0°/0°
Parede exterior 2	Sudeste	Clara	14,08/14,08	1,39/1,69	0°/0°	0°/0°	0°/0°
Parede exterior 3	Nordeste	Clara	24,34/ 24,43	1,39/1,69	0°/0°	0°/0°	0°/0°
Pavimento térreo /Cobertura exterior	-/Horizontal	-Média	-/61,8	2,14/2,66	-	-	-
Porta	Nordeste	Média	3,20/ 5,90	2,31/2,31	32°/32°	0°/0°	0°/0°

A Tabela 15 apresenta a descrição dos materiais adicionados aos elementos construtivos após a reabilitação do edifício tanto para o rés-do-chão como para o 1º andar.

Tabela 15. Descrição dos elementos construtivos após reabilitação

Descrição dos elementos construtivos	Orientação	Cor	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	Pala horizontal $\alpha$	Pala vertical à esquerda B <sub>esq</sub>	Pala vertical à direita B <sub>dir</sub>
Parede exterior 1: Adição de 10cm de EPS	Sudoeste	Clara	20,21/20,21	0,40/0,32	0°/0°	0°/0°	0°/0°
Parede exterior 2: Adição de 10cm de EPS	Sudeste	Clara	14,08/14,08	0,40/0,32	0°/0°	0°/0°	0°/0°
Parede exterior 3: Adição de 10cm de EPS	Nordeste	Clara	24,34/24,43	0,40/0,32	0°/0°	0°/0°	0°/0°
Pavimento: Adição de 8cm de RW/Cobertura exterior: Adição de 14cm de RW	-/Horizontal	Média	-/61,8	0,50/0,26	-/-	-/-	-/-

As características físicas afetas ao rés-do-chão bem como ao 1º andar do edifício em estudo são apresentadas nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16. Descrição dos vãos envidraçados do edifício em estudo

Descrição dos vãos envidraçados	Orientação	Área (m <sup>2</sup> )	Tipo de vidro	Obstrução do horizonte $\alpha_h$	Pala horizontal $\alpha$	Pala vertical à esquerda $B_{esq}$	Pala vertical à direita $B_{dir}$
Vão envidraçado 1	Sudoeste	2,00/2,00	Simples	20°/20°	0°/0°	0°/0°	0°/0°
Vão envidraçado 2	Sudoeste	4,92/4,92	Simples	20°/20°	32°/0°	0°/0°	0°/0°
Vão envidraçado 3	Nordeste	1,00/1,00	Simples	20°/20°	51°/0°	0°/0°	0°/0°
Vão envidraçado 4	Nordeste	0,59/0,50	Simples	20°/20°	51°/0°	0°/0°	0°/0°

Tabela 17. Descrição dos vãos envidraçados do edifício em estudo

	Fração envidraçada $F_g$	Fator solar do vidro $g_{\perp vi}$	FS Global Prot. Perm e Móveis $g_{\perp T}$	FS Global Prot. Perm. $g_{\perp Tp}$	FS de inverno $G_i$	FS de verão $G_v$
Vão envidraçado 1 =2	0,65	0,85	0,35	0,85	0,77	0,46
Vão envidraçado 3 =4	0,65	0,85	0,35	0,85	0,77	0,57

Na Tabela 18 apresenta-se o quadro resumo relativo à energia utilizada para cada tipo de necessidade energética do edifício.

Tabela 18. Quadro resumo da energia utilizada em cada necessidade energética

Tipo de necessidade energética	Tipo de energia	Tipo de equipamento	Eficiência energética segundo o REH (2013)	Eficiência energética segundo a metodologia
Aquecimento	Eletricidade	Resistência elétrica	100%	1
Arrefecimento	Eletricidade	Unidade split, multissplit e VRF com permuta com ar	280%	0,37
Produção de AQS	Eletricidade	Termoacumulador	85%	1,17

## 4.2. Apresentação dos resultados do rés-do-chão

Após a introdução de todos os dados necessários para o cálculo das necessidades energéticas para o aquecimento, arrefecimento, produção de AQS e necessidade global de energia primária procedeu-se a uma análise de resultados, apresentada no parâmetro 4.4., comparando

os obtidos na metodologia com os do REH (2013). Desta forma apresentam-se os resultados obtidos, sob a forma de tabela para uma melhor percepção.

#### 4.2.1. Solução inicial

Na Tabela 19 é possível observar os resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento no rés-do-chão.

Tabela 19. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento no rés-do-chão na situação inicial

Necessidades energéticas para aquecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total (kWh/ano)	7193	5244,83
Ganhos de calor na estação de aquecimento (kWh/ano)	2687	2555,71
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	83,3	54,33

Os resultados alcançados para as necessidades energéticas de arrefecimento no rés-do-chão são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento no rés-do-chão na situação inicial

Necessidades energéticas para arrefecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total (kWh/ano)	0	4147,83
Ganhos de calor na estação de arrefecimento (kWh/ano)	1584	2503,64
Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0	8,17

A tabela 21 traduz os resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de Água Quente Sanitária (AQS) no rés-do-chão.



Tabela 21. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS no rés-do-chão na situação inicial

Necessidades energéticas para produção de AQS	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Necessidades nominais anuais de energia útil para produção de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	17,46	28,85

Na Tabela 22 visualizam-se os resultados alcançados para as necessidades globais de energia primária no rés-do-chão.

Tabela 22. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária no rés-do-chão na situação inicial

Necessidades globais de energia primária	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	208,4	135,83
Arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0,0	0,0
Preparação de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	51,1	94,28

#### 4.2.2. Solução após reabilitação

Na Tabela 23 podem-se observar os resultados obtidos para as necessidades de aquecimento no rés-do-chão.

Tabela 23. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento após reabilitação no rés-do-chão

Necessidades energéticas para aquecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total por transmissão (kWh/ano)	3383	2979,80
Ganhos de calor na estação de aquecimento (kWh/ano)	2687	2555,71
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	25,6	20,96

A Tabela 24 traduz os valores alcançados para as necessidades energéticas de arrefecimento no rés-do-chão.

Tabela 24. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento após reabilitação no rés-do-chão

Necessidades energéticas para arrefecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total por transmissão (kWh/ano)	0	2864,66
Ganhos de calor na estação de arrefecimento (kWh/ano)	985	1520,43
Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0	6,82

A Tabela 25 demonstra os resultados alcançados para as necessidades energéticas de produção de AQS no rés-do-chão.

Tabela 25. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS após reabilitação no rés-do-chão

Necessidades energéticas para produção de AQS	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Necessidades nominais anuais de energia útil para produção de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	17,46	28,85

Na Tabela 26 é possível observar os valores obtidos para as necessidades globais de energia primária no rés-do-chão.

Tabela 26. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária após reabilitação no rés-do-chão

Necessidades globais de energia primária	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	63,9	52,40
Arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0,0	0,0
Preparação de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	51,1	94,28

Relativamente à integração dos impactos ambientais nas necessidades energéticas, tal como o gráfico abaixo indica (Figura 11), pode-se denotar que os materiais são aqueles que maior impacto ambiental suscitam na solução após reabilitação relativamente ao GWP, categoria que contribui em maior percentagem para o impacto ambiental. Após a colocação do gráfico

estão inseridos os impactes ambientais totais de cada categoria na situação inicial (Tabela 27) e após a reabilitação do edifício (Tabela 28). No anexo XIV seguem as tabelas com os impactes ambientais que afetam a situação inicial bem como a solução após reabilitação.

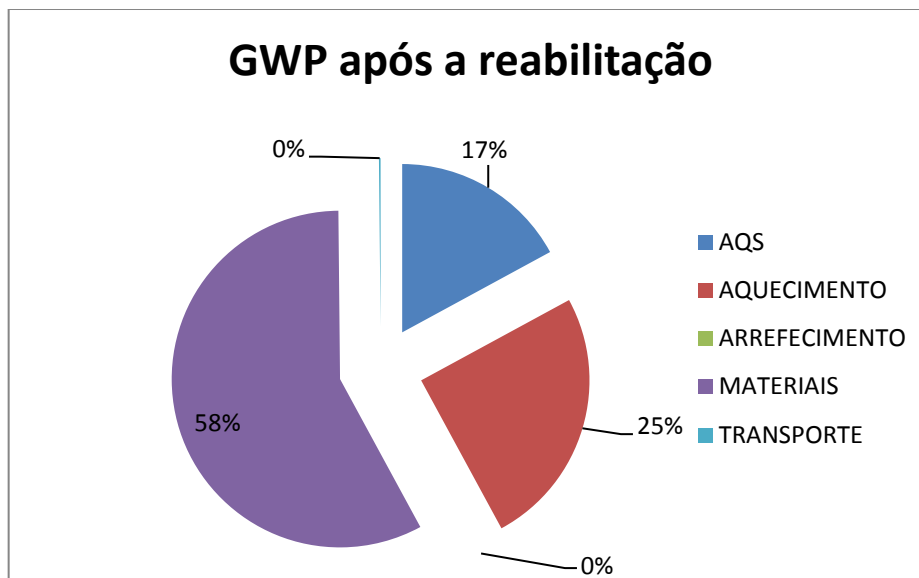


Figura 11. Gráfico da integração dos impactes ambientais (GWP) nas necessidades energéticas após reabilitação no rés-do-chão

Tabela 27. Impactes ambientais da energia na situação inicial no rés-do-chão

	Impacts of energy								
	Energy requirements kWh/(m <sup>2</sup> a)	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO <sub>2</sub> eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	POCP (Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
DHW	17.46	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
HEATING	83.34	1.05E-01	1.38E+01	8.22E-07	1.25E-01	4.64E-03	2.15E-02	1.97E+02	3.52E+01
COOLING	0.00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		1.26E-01	1.66E+01	9.94E-07	1.51E-01	5.61E-03	2.60E-02	2.38E+02	4.26E+01

Tabela 28. Impactes ambientais da solução após reabilitação no rés-do-chão

		Impacts after rehabilitation							
	Energy requirements kWh/(m <sup>2</sup> a)	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO <sub>2</sub> eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	POCP (Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
DHW	17.46	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
HEATING	25.55	3.21E-02	4.22E+00	2.52E-07	3.82E-02	1.42E-03	6.60E-03	6.04E+01	1.08E+01
COOLING	0.00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ENERGY		5.39E-02	7.10E+00	4.24E-07	6.43E-02	2.40E-03	1.11E-02	1.02E+02	1.82E+01
MATERIALS		1.09E-01	9.75E+00	1.47E-07	4.74E-02	2.65E-03	7.77E-03	2.22E+02	3.40E+00
TRANSPORT		1.86E-04	2.62E-02	4.10E-09	1.37E-04	4.33E-06	3.69E-05	4.47E-01	8.80E-03
TOTAL		2.17E-01	2.40E+01	1.00E-06	1.76E-01	7.45E-03	3.00E-02	4.26E+02	3.98E+01

Quanto ao gráfico do “Payback time” (Figura 12) denota-se que a solução de reabilitação em termos de impactes ambientais em cerca de 1 ano já compensa, o que neste caso já era expectável uma vez que apenas se acrescentou isolamento nos elementos construtivos referentes às paredes e pavimento.

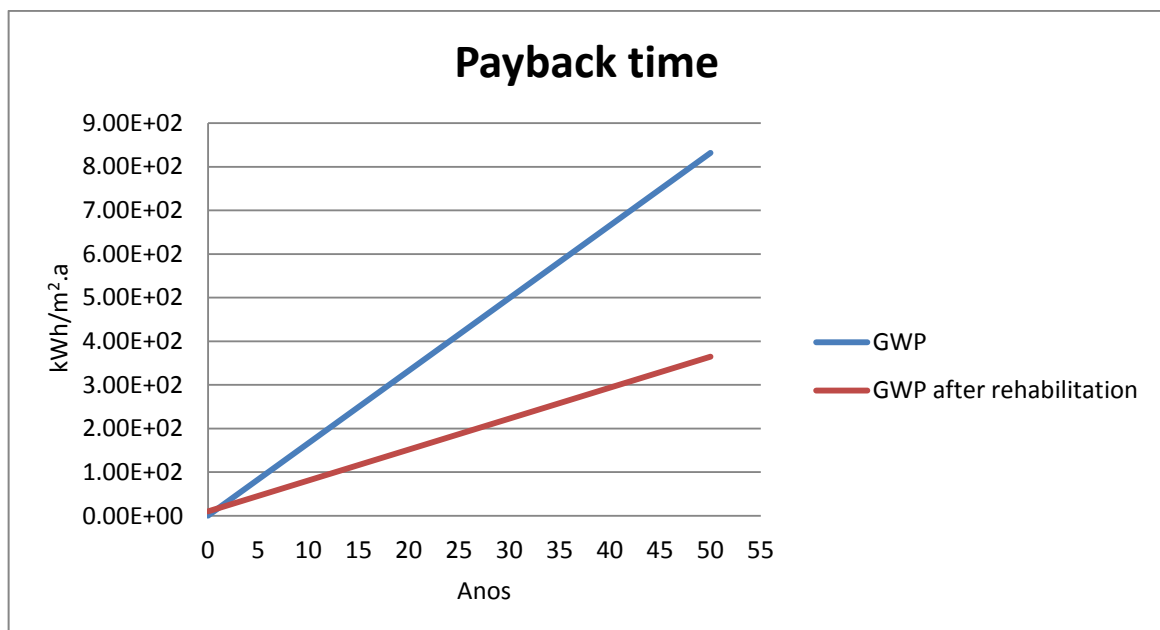


Figura 12. Gráfico do "Payback time" afeto à integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas no rés-do-chão

### 4.3. Apresentação dos resultados do 1º andar

Tal como no rés-do-chão também para o 1º andar se irão apresentar os resultados obtidos quer para a situação inicial, quer para a solução após a reabilitação.

#### 4.3.1. Solução inicial

Na Tabela 29 é possível observar os resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento no 1º andar.

Tabela 29. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento no 1º andar na situação inicial

Necessidades energéticas para aquecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total por transmissão (kWh/ano)	8557	9366,16
Ganhos de calor na estação de aquecimento (kWh/ano)	2916	2852,09
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	102,4	115,51

Os resultados alcançados para as necessidades energéticas de arrefecimento no 1º andar são apresentados na Tabela 30.

Tabela 30. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento no 1º andar na situação inicial

Necessidades energéticas para arrefecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total por transmissão (kWh/ano)	0	6482,62
Ganhos de calor na estação de arrefecimento (kWh/ano)	5004	4023,95
Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0	24,86

A Tabela 31 traduz os resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de Água Quente Sanitária (AQS) no 1º andar.

Tabela 31. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS no 1º andar na situação inicial

Necessidades energéticas para produção de AQS	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Necessidades nominais anuais de energia útil para produção de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	17,46	28,85

Na Tabela 32 visualizam-se os resultados alcançados para as necessidades globais de energia primária no 1º andar.

Tabela 32. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária no 1º andar na situação inicial

Necessidades globais de energia primária	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	256	288,77
Arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0,0	22,20
Preparação de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	51,1	94,28

#### 4.3.2. Solução após reabilitação

Na Tabela 33 podem-se observar os resultados obtidos para as necessidades de aquecimento no 1º andar.

Tabela 33. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de aquecimento após reabilitação no 1º andar

Necessidades energéticas para aquecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total por transmissão (kWh/ano)	3328	3774,78
Ganhos de calor na estação de aquecimento (kWh/ano)	2916	2852,09
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	23,4	30,33

A Tabela 34 traduz os valores alcançados para as necessidades energéticas de arrefecimento no 1º andar.

Tabela 34. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de arrefecimento após reabilitação no 1º andar

Necessidades energéticas para arrefecimento	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Transferência de calor total por transmissão (kWh/ano)	0	3315,03
Ganhos de calor na estação de arrefecimento (kWh/ano)	1467	1889,46
Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0	9,45

A Tabela 35 demonstra os resultados alcançados para as necessidades energéticas de produção de AQS no 1º andar.

Tabela 35. Resultados obtidos para as necessidades energéticas de produção de AQS após reabilitação no 1º andar

Necessidades energéticas para produção de AQS	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Necessidades nominais anuais de energia útil para produção de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	17,46	28,85

Na tabela 36 é possível observar os valores obtidos para as necessidades globais de energia primária no 1º andar.

Tabela 36. Resultados obtidos para as necessidades globais de energia primária após reabilitação no 1º andar

Necessidades globais de energia primária	Valores da metodologia	Valores do REH (2013)
Aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	58,5	75,82
Arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0,0	0,0
Preparação de AQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	51,1	94,28

Em relação à integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas, tal como o gráfico abaixo indica (Figura 13), pode-se denotar que os materiais são aqueles que maior impacte ambiental suscitam na solução após reabilitação relativamente ao GWP, categoria que contribui em maior percentagem para o impacte ambiental. Após a colocação do gráfico

são inseridos os impactos ambientais totais de cada categoria na situação inicial (Tabela 37) e após a reabilitação do edifício (Tabela 38).

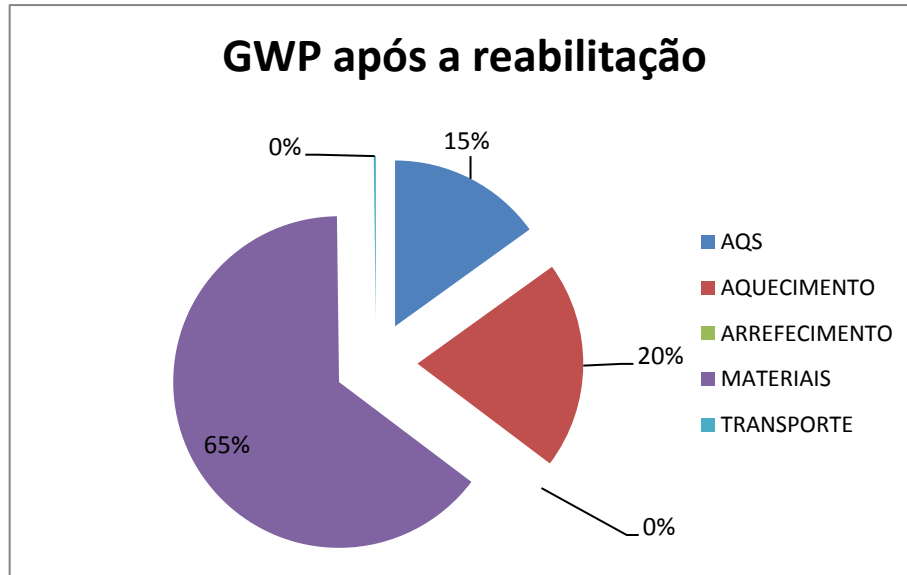


Figura 13. Gráfico da integração dos impactos ambientais (GWP) nas necessidades energéticas após reabilitação no 1º andar

Tabela 37. Impactes ambientais da energia na situação inicial no 1º andar

		Impacts of energy (m <sup>2</sup> a)							
Energy requirements kWh/(m <sup>2</sup> a)		Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO <sub>2</sub> eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO <sub>2</sub> eq)	POCP (Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	EP (kg PO <sub>4</sub> eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
DHW	17.46	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
HEATING	102.41	1.28E-01	1.69E+01	1.01E-06	1.53E-01	5.70E-03	2.65E-02	2.42E+02	4.33E+01
COOLING	0.00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TOTAL		1.50E-01	1.98E+01	1.18E-06	1.79E-01	6.68E-03	3.10E-02	2.83E+02	5.06E+01



Tabela 38. Impactes ambientais da solução após reabilitação no 1º andar

		Impacts after rehabilitation (m²a)							
	Energy requirements kWh/(m²a)	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
DHW	17.46	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
HEATING	23.41	2.94E-02	3.87E+00	2.31E-07	3.50E-02	1.30E-03	6.05E-03	5.53E+01	9.89E+00
COOLING	0.00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ENERGY		5.13E-02	6.75E+00	4.03E-07	6.11E-02	2.28E-03	1.06E-02	9.66E+01	1.73E+01
MATERIALS		1.32E-01	1.23E+01	2.57E-07	6.71E-02	3.69E-03	1.20E-02	2.67E+02	5.42E+00
TRANSPORT		2.74E-04	3.85E-02	6.03E-09	2.02E-04	6.37E-06	5.43E-05	6.57E-01	1.29E-02
TOTAL		2.35E-01	2.59E+01	1.07E-06	1.89E-01	8.25E-03	3.32E-02	4.61E+02	4.00E+01

Quanto ao gráfico do “Payback time” (Figura 14) denota-se que a solução de reabilitação em termos de impactes ambientais em pouco mais de 1 ano já compensa, o que neste caso já era previsível uma vez que apenas se acrescentou isolamento nos elementos construtivos referentes às paredes e cobertura.

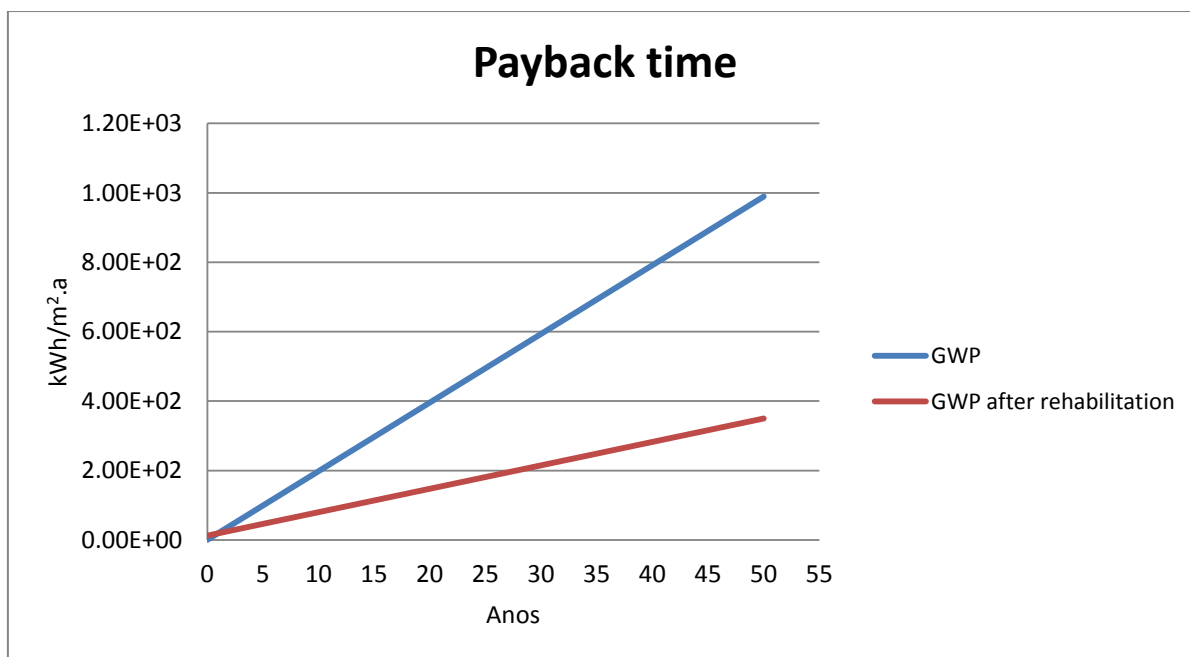


Figura 14. Gráfico do "Payback time" afeto à integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas no 1º andar após reabilitação

#### **4.4. Análise dos resultados obtidos para o rés-do-chão e para o 1º andar quer para a situação inicial quer para a solução após reabilitação**

Tal como se pode verificar, tanto para a fração referente ao rés-do-chão como ao 1º andar, na situação inicial e após reabilitação, denotam-se diferenças entre os valores obtidos pela metodologia desenvolvida e pelo REH (2013).

Relativamente às necessidades de energia para o aquecimento, os valores divergem devido à percentagem que a metodologia assume no  $\Delta u_{tbr}$  enquanto que no REH (2013) as pontes térmicas são descritas e quantificadas devidamente uma por uma. Para além disso o processo de cálculo é diferente, principalmente no que diz respeito à transferência de calor total e ao cálculo do período de aquecimento.

Quanto às necessidades de energia para o arrefecimento, os resultados obtidos pela ferramenta não são muito divergentes quando comparados com os do REH (2013). Contudo, uma vez que o período de arrefecimento é quantificado de acordo com a norma ISO 13790 (2008) e, depende das transferências e ganhos de calor do edifício, quando este toma o valor de zero a metodologia assume que não se verifica a necessidade de energia para arrefecimento.

Os valores resultantes da necessidade de energia para preparação de Água Quente Sanitária (AQS) destoam significativamente em comparação com os do REH (2013) visto que a ferramenta determina a necessidade de energia para produção de AQS de acordo com o volume necessário segundo a norma EN 15316-3-1 (2007) enquanto que o REH (2013) se rege pelo número de ocupantes em cada habitação.

Por fim, no que respeita às necessidades de energia, as necessidades globais de energia primária apenas apresentam resultados diferentes do programa para o REH (2013) visto que as necessidades energéticas para o aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS diferem em relação aos obtidos no REH (2013). Neste caso os fatores de conversão de energia primária são exatamente iguais aos do REH (2013).

## CAPÍTULO 5

### 5. MANUAL DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA

Este capítulo tem o intuito de instruir o utilizador sobre a forma correta de manusear o programa desenvolvido. Portanto este manual pretende ser muito simples por forma a que o utilizador o compreenda perfeitamente e, por isso basear-se-á principalmente em ilustrações.

1. O programa desenvolvido está descrito em inglês, uma vez que tal como referido anteriormente a presente dissertação se encontra inserida num projeto internacional e por isso faz todo o sentido que o programa também esteja escrito sob a forma de linguagem universal;
2. As células que têm cor amarela indicam que necessitam de ser preenchidas com numeração e as células a azul apontam que é necessário seleccionar um determinado parâmetro. As células com cor cinzenta representam que não necessitam de introdução de dados. Em cada tabela indica-se ainda o significado em português de cada parâmetro;
3. Recorra ao separador “Building\_info” e preencha a tabela de acordo com a Figura 15, introduzindo as características gerais do edifício:

Fraction	
AC,ref (m <sup>2</sup> )	
h_room (m)	
Typology	

Área do edifício
Pé-direito
Tipologia

The diagram illustrates the mapping between building parameters and their Portuguese descriptions. It consists of two tables. The first table, titled 'Fraction', has four rows: 'AC,ref (m²)', 'h\_room (m)', and 'Typology'. The second table lists the Portuguese descriptions: 'Área do edifício', 'Pé-direito', and 'Tipologia'. Arrows point from the Portuguese descriptions to the corresponding empty cells in the first table.

Figura 15. Características gerais do edifício

4. Insira os dados relativos à geometria do edifício e seleccione os valores referentes à relação do edifício com as condições exteriores, tal como pode observar na Figura 16.

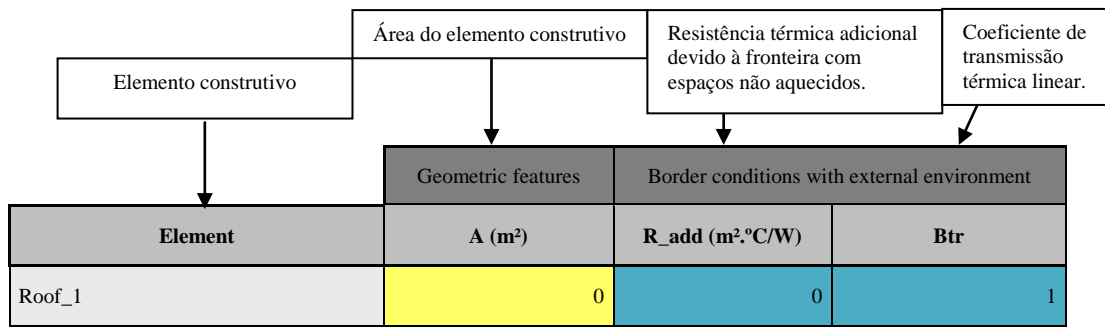


Figura 16. Características geométricas do edifício e relação do edifício com condições exteriores

5. Introduza os parâmetros principais relacionados com o aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS uma vez que estes não variam entre a situação inicial e após reabilitação e permitem posteriormente, em conjunto com os restantes parâmetros apresentados nos pontos à frente, determinar as necessidades de cada tipo de energia.

- A Figura 17 ilustra os principais parâmetros de entrada necessários para determinar as necessidades de energia para aquecimento.

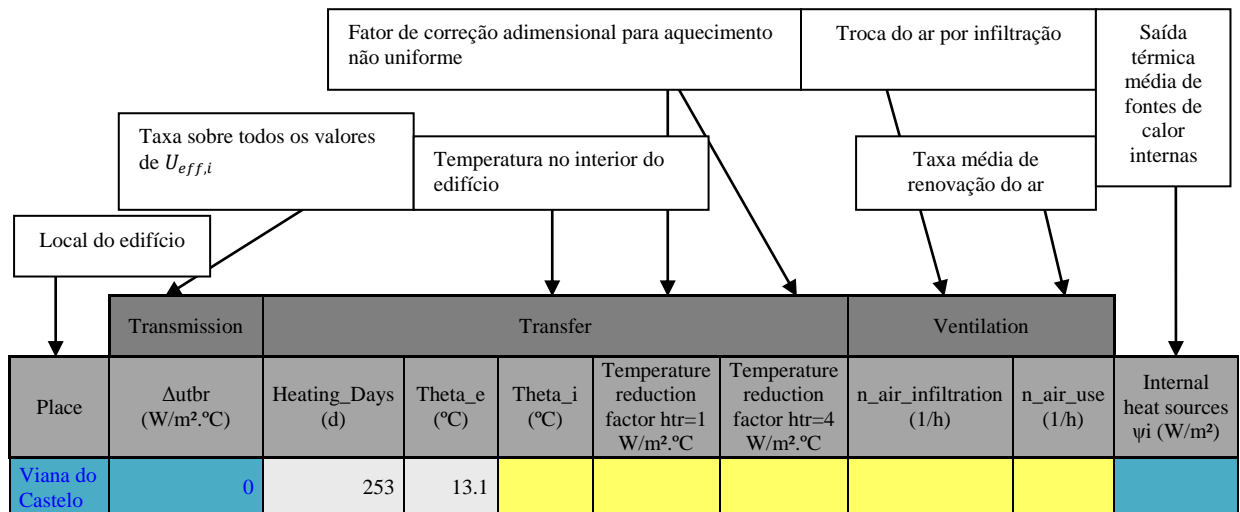


Figura 17. Parâmetros de entrada principais para determinar as necessidades de energia para aquecimento

- A Figura 18 apresenta os dados de entrada essenciais para determinar as necessidades de energia para arrefecimento.

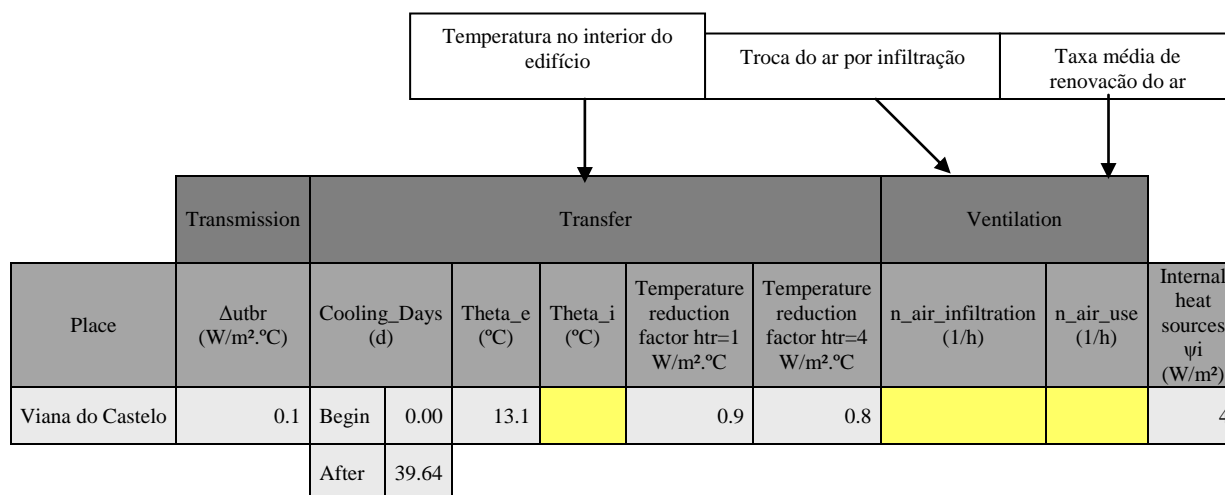


Figura 18. Parâmetros de entrada principais para determinar as necessidades de energia para arrefecimento

- Na Figura 19 é possível observar os parâmetros necessários para determinar a necessidade de energia para a preparação de AQS:

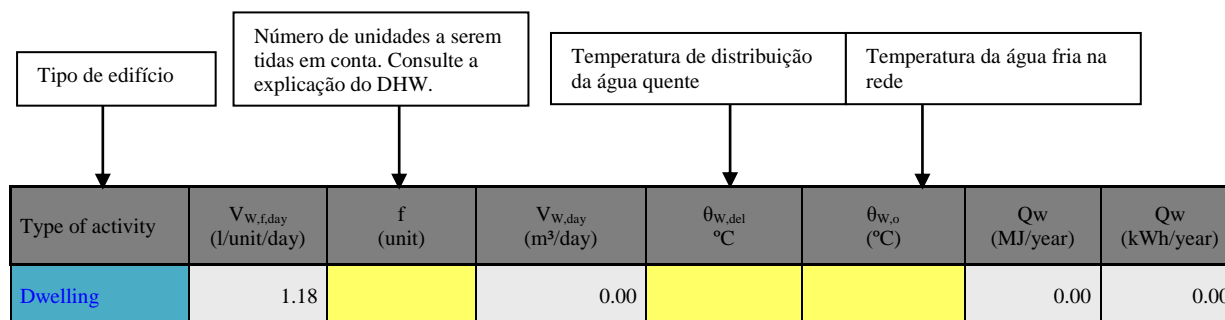


Figura 19. Parâmetros necessários para determinar a necessidade de energia para preparação de AQS

6. De seguida passe para o separador intitulado por “Initial\_situation”, onde deverá começar a preencher as tabelas dos elementos construtivos que compõem o edifício na situação inicial, selecionando os materiais em inglês e introduzindo à “mão” a espessura dos materiais em metros. É ainda necessário selecionar a resistência térmica superficial exterior e interior afetos a cada elemento construtivo. Caso não exista na base de dados o material pretendido, por favor insira manualmente os dados referentes ao mesmo na célula do respetivo elemento construtivo. Através das bases de dados incluídas no programa conhece automaticamente o valor da densidade, da resistência térmica, da massa, da espessura do isolamento, da resistência total e do valor do coeficiente de condutibilidade térmica que será utilizado para o cálculo da transferência de calor por transmissão no

aquecimento e arrefecimento, bem como para a quantificação dos ganhos de calor através das superfícies opacas no arrefecimento (Figura 20).

Roof_1	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m2.°C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )	Insulation (m)
Lightened slab with a base of blocks > 30 , with 3 rows of holes and flow upward	0.15		0.28	59.7	0
Cement mortar	0.02	1.3	0.02	40	0
			Rse	0.04	
			Rsi	0.04	
			<b>Total</b>	<b>0.375</b>	<b>99.7</b>
			<b>U (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>	<b>2.664</b>	

Figura 20. Composição dos elementos construtivos na situação inicial

7. Posteriormente recorra à tabela auxiliar, tal como indica a Figura 21, para a introdução dos parâmetros necessários, correspondentes a cada orientação para o cálculo dos ganhos solares da necessidade de energia para o aquecimento. Uma vez que a tabela auxiliar contém todas as orientações, caso se verifique a inexistência de um envidraçado segundo uma determinada orientação deve optar pela opção “Doesn’t exist” e caso queira inserir um ângulo que não conste na base de dados pode introduzir manualmente na célula que se destina à seleção.

Auxiliary calculation F <sub>sh</sub>	Horizon angle	F <sub>h</sub>	Overhang angle	F <sub>0</sub>	Fin angle	F <sub>f</sub>	F <sub>sh</sub>
East	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00

Figura 21. Introdução dos parâmetros necessários para cálculo do F<sub>sh</sub>

8. Em seguida insira, na tabela principal, os dados necessários para o cálculo dos ganhos solares da necessidade de energia para o aquecimento, tal como se pode verificar na Figura 22. De notar que o fator solar é simplificado e por isso apenas basta seleccionar o tipo de vidro desejado.

Windows orientation	Reduction factor			I_Sol (kWh)	Solar energy transmittance $g_{gl+n}$	
	A (m <sup>2</sup> )	External shading $F_{sh}$	Frame area fraction of the window $F_F$		Glass composition	$g_{gl+n}$
Window_East	0.00	0.00	0.65	923	Colorless 6mm	0.85

Figura 22. Dados necessários para o cálculo dos ganhos solares na estação de aquecimento

9. Seguidamente recorre-se novamente a uma tabela auxiliar para o cálculo do fator de obstrução do vão envidraçado na estação de arrefecimento, tal como se pode observar na Figura 23. De salientar que tal como no parâmetro 7, a tabela auxiliar contém todas as orientações, portanto caso se verifique a inexistência de um envidraçado segundo uma determinada orientação deve-se optar pela opção “Doesn’t exist” e caso queira inserir um ângulo que não conste na base de dados pode introduzir manualmente na célula que se destina à seleção :

Auxiliary calculation $F_{sh}$	Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes aos envidracados			Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes aos envidracados		
	$F_h$	Overhang angle	F0	Fin angle	$F_f$	$F_{sh}$
East	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00

Figura 23. Parâmetros necessários para o cálculo de  $F_{sh}$  na estação de arrefecimento

10. Para além do preenchimento da tabela auxiliar para o cálculo do fator de obstrução do vão envidraçado introduz-se os respetivos dados num outro quadro auxiliar que permite o a quantificação do fator solar de verão, tal como se pode verificar nas figuras 24 e 25.

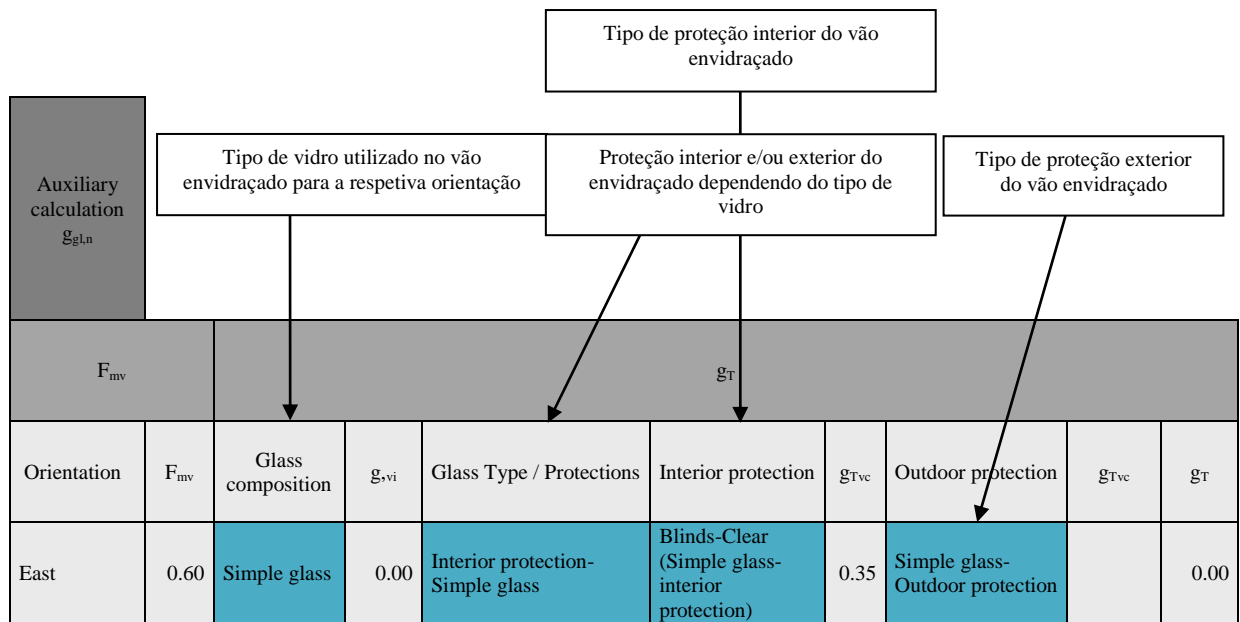


Figura 24. Parâmetros necessários para a quantificação do fator solar na estação de arrefecimento

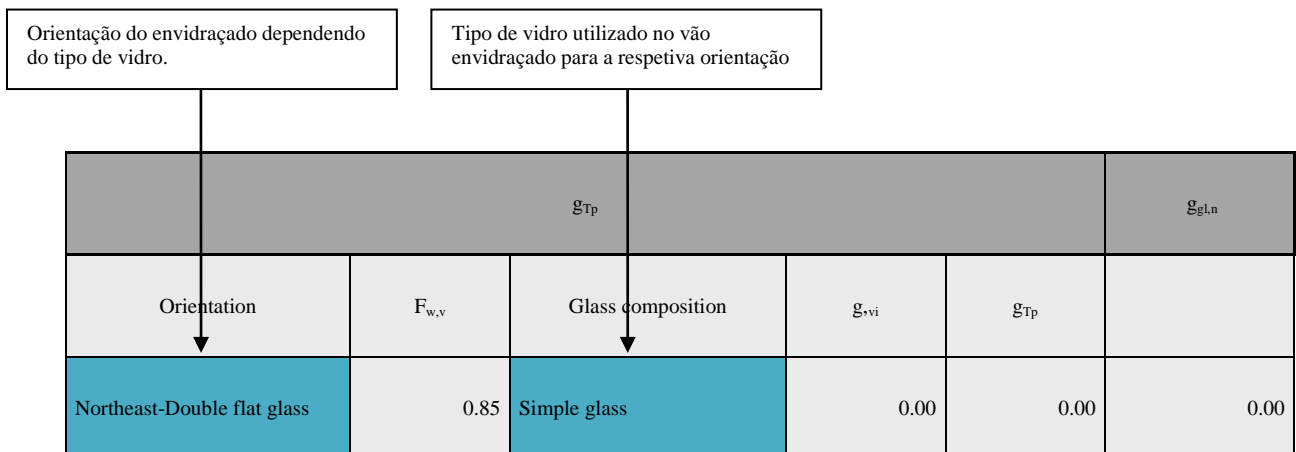


Figura 25. Parâmetros necessários para a quantificação do fator solar na estação de arrefecimento (cont.)

11. Após o preenchimento das tabelas auxiliares, introduz-se os dados necessários para o cálculo dos ganhos solares no período de arrefecimento, na tabela principal, cujo fator de obstrução e fator de ganhos solares já se encontram automaticamente na mesma, tal como se pode verificar na Figura 26.



Windows orientation	A (m <sup>2</sup> )	External shading F <sub>sh</sub>	Frame area fraction of the window F <sub>F</sub>	I_Sol (kWh)	Solar energy transmittance g <sub>gl,n</sub>
Horizontal	0.00	0.00	0.65	923	0.00

Figura 26. Parâmetros necessários para o cálculo dos ganhos solares no período de arrefecimento

12. Para finalizar a introdução de dados afetos à necessidade de energia para o arrefecimento é necessário preencher um último quadro que permita quantificar os ganhos opacos, tal como se pode verificar na Figura 27.

Opaque building elements	Color	A	Rse (W/m <sup>2</sup> ,°C)	Orientation	I_Sol (kWh)
Roof_1	Average (dark red, light green, light blue)	0.50	0.04	Horizontal	923

Figura 27. Dados necessários para a quantificação dos ganhos opacos na estação de arrefecimento

13. Por forma a conhecer o valor das necessidades globais de energia primária torna-se necessário conhecer primeiro o consumo de energia quer para aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS. Assim é essencial que se introduzam os dados necessários para a quantificação da mesma. Desta forma selecionam-se todos os parâmetros necessários para cada necessidade energética (tipo de equipamento e energia) e automaticamente aparece o valor associado à seleção definida pelo utilizador. Caso não conste na base de dados o sistema ou tipo de energia pretendido pode inseri-lo manualmente na célula. Para além

disso introduz-se manualmente a fração correspondente a cada sistema caso exista mais do que um.

- As Figuras 28, 29, 30 e 31 ilustram os parâmetros necessários para o cálculo da necessidade de energia global primária para o aquecimento.

HEATING						
$\eta_{ve,rec}$		Energyware types for heating systems			Fraction_SysH_G_2	Fraction_SysH_G_3
Description	Energy efficiency	Code_SysH_EC1	Code_SysH_EC2	Code_SysH_EC3		
Exh-exhaust air system-Poor	0.00	EI-REH	-	-		

Figura 28. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento

HEATING					
$e_{g\_H\_Heat\_1}$		$e_{g\_H\_Heat\_2}$		$e_{g\_H\_Heat\_3}$	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
E_Immersion-Electric immersion heater-high	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Figura 29. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento (cont.)

HEATING							
$e_{g\_H\_Electricity\_1}$		$e_{g\_H\_Electricity\_2}$		$e_{g\_H\_Electricity\_3}$		$q_{sh}$ (kWh/m²a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
CHP-Combined heat and power generation-high	3.33	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	No heat storage-poor	0.00

Figura 30. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento (cont.)

Perda de calor eficaz anual do sistema de distribuição de aquecimento ambiente por m <sup>2</sup> de área		Uso anual de energia auxiliar do sistema de aquecimento	
HEATING			
Q <sub>d,h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)		Q <sub>del,h,aux</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
D-Decentral system-poor	0.00	D-Decentral system,no distribution ducts available-poor	0.00

Figura 31. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de aquecimento (cont.)

- Nas Figuras 32 e 33 apresentam-se os parâmetros necessários para a quantificação da necessidade de energia global para o arrefecimento.

Tipo de energia utilizada para os sistemas de arrefecimento			Fração correspondente ao sistema de arrefecimento 2 e 3		Inverso da eficiência energética de cada sistema de arrefecimento	
COOLING						
Energyware types for cooling systems			Fraction_SysC_G_2	Fraction_SysC_G_3	e_g_C_Cool_1	
Code_SysC_EC1	Code_SysC_EC2	Code_SysC_EC3			Description	Energy efficiency
EI-REH	-	-			Split,Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,35 and 0,37)	0.37

Figura 32. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de arrefecimento

Inverso da eficiência energética de cada sistema de arrefecimento			
COOLING			
e_g_C_Cool_2		e_g_C_Cool_3	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Figura 33. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na estação de arrefecimento (cont.)

- As Figuras 34, 35, 36 e 37 ilustram os parâmetros necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para a preparação de AQS.

Utilização anual de energia elétrica por m <sup>2</sup> de área		Tipo de energia utilizada para os sistemas de produção de AQS			
DHW					
$Q_{del,ve,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)		$Q_{nd,w}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	Energyware types for dhw systems		
Description	Energy efficiency		Code_SysW_EC1	Code_SysW_EC2	Code_SysW_EC3
Exh-exhaust air system-Poor	0.00	17.46	EI-REH	-	-

Figura 34. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS

Fração correspondente ao sistema de produção de AQS 2 e 3		Inverso da eficiência energética de cada sistema de produção de AQS					
DHW							
Fraction_SysW_G_2	Fraction_SysW_G_3	$e_{g\_W\_Heat\_1}$		$e_{g\_W\_Heat\_2}$		$e_{g\_W\_Heat\_3}$	
		Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
		E_Immersion-Electric immersion heater-high	1.17	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Figura 35. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS (cont.)

Eficiência energética dos sistemas de produção de AQS apenas no caso em que se verifica a existência de um equipamento que combina a eletricidade com outro tipo de energia						Perda de calor anual do sistema de armazenamento de água quente por m <sup>2</sup> de área	
DHW							
$e_{g\_W\_Electricity\_1}$		$e_{g\_W\_Electricity\_2}$		$e_{g\_W\_Electricity\_3}$		$Q_{s,w}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Figura 36. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS (cont.)

DHW							
$Q_{d,w}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)		$Q_{del,w,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)		$q_{s,w,h}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)		$Q_{d,w,h}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Figura 37. Dados essenciais para o cálculo das necessidades de energia global primária na preparação de AQS (cont.)

14. Para que as necessidades globais de energia primária possam ser conhecidas torna-se imprescindível conhecer os fatores de energia primária correspondentes a cada tipo de necessidade energética. Neste caso apenas é necessário introduzir manualmente os fatores de energia primária total referente à eletricidade utilizada nos dispositivos auxiliares, os fatores de energia primária total referente à produção de eletricidade e os custos relacionados com a energia de cada necessidade energética. No entanto, deve consultar a explicação acerca destes parâmetros na secção do sistema uma vez que lá se encontram instruções acerca dos que valores que pode colocar. Os restantes fatores assumem o valor automaticamente uma vez que, de acordo com os parâmetros adotados no ponto 13 o programa assume automaticamente o valor dos fatores de energia primária.

- As Figuras 38, 39, 40 e 41 traduzem os dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária, global, não renovável, emissões de carbono e custos relacionados com a energia para o aquecimento.

HEATING						Fator de energia primária total referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares		Fator de energia primária total referente à produção de eletricidade dos sistemas de aquecimento	
Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for heating systems (kWh)						Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for auxiliary electricity to heating systems (kWh)		Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for electricity production to heating systems (kWh)	
fp,total_SysH_EC1		fp,total_SysH_EC2		fp,total_SysH_EC3		fp,total_SysH_EIAux		fp,total_SysH_EIProd	
Description	fp,total	Description	fp,total	Description	fp,total				
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00				

Figura 38. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária para o modo de aquecimento

HEATING						Fator de energia primária não renovável referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares		Fator de energia primária não renovável referente à produção de eletricidade dos sistemas de aquecimento	
Primary energy factor, only non-renewable energy for heating systems (kWh/kWh)						Primary energy factor, only non-renewable energy for auxiliary electricity to heating systems (kWh/kWh)		Primary energy factor, only non-renewable energy for electricity production to heating systems (kWh/kWh)	
fp,nonren_SysH_EC1		fp,nonren_SysH_EC2		fp,nonren_SysH_EC3		fp,nonren_SysH_EIAux		fp,nonren_SysH_EIProd	
Description	fp,nonren	Description	fp,nonren	Description	fp,nonren				
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00				

Figura 39. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária não renovável para o aquecimento

HEATING						Fator de emissão de dióxido de carbono referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares		Fator de emissão de dióxido de carbono referente à produção de eletricidade dos sistemas de aquecimento	
CO2 emission factor for heating systems (g/kWh)						CO2 emission factor for auxiliary electricity to heating systems (g/kWh)		CO2 emission factor for electricity production to heating systems (g/kWh)	
fCO2_SysH_EC1		fCO2_SysH_EC2		fCO2_SysH_EC3		fCO2_SysH_ElAux		fCO2_SysH_ElProd	
Description	fCO2	Description	fCO2	Description	fCO2				
EI-REH	144	-	0.00	-	0.00				

Figura 40. Dados necessários para o cálculo das emissões de carbono do aquecimento

HEATING						Preços da energia dos sistemas de aquecimento		Preço da eletricidade dos dispositivos auxiliares		Preço da energia referente à produção de eletricidade dos sistemas de aquecimento	
Price of the energy carrier for heating systems (€/kWh)						Price of the energy carrier for auxiliary electricity to heating systems (€/kWh)		Price of the energy carrier for electricity production to heating systems (€/kWh)			
fp_SysH_EC1		fp_SysH_EC2		fp_SysH_EC3		fp_SysH_ElAux		fp_SysH_ElProd			

Figura 41. Dados necessários para o cálculo dos custos relacionados com a energia para o aquecimento

- Relativamente às tabelas do arrefecimento no que diz respeito aos fatores de energia primária (Tabelas 39, 40 e 41) estes não carecem de preenchimento visto que não se consideram dispositivos auxiliares. Apenas é necessário introduzir manualmente os dados na Figura 42 que diz respeito aos custos relacionados com a energia.

Tabela 39. Fatores de energia primária para o arrefecimento

COOLING					
Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for cooling systems (kWh)					
fp,total_SysC_EC1		fp,total_SysC_EC2		fp,total_SysC_EC3	
Description	fp,total	Description	fp,total	Description	fp,total
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00

Tabela 40. Fatores de energia primária não renovável para o arrefecimento

COOLING					
Primary energy factor, only non-renewable energy for cooling systems (kWh/kWh)					
fp,nonren_SysC_EC1		fp,nonren_SysC_EC2		fp,nonren_SysC_EC3	
Description	fp,nonren	Description	fp,nonren	Description	fp,nonren
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00

Tabela 41. Fatores de emissões de carbono para o arrefecimento

COOLING					
CO2 emission factor for cooling systems (g/kWh)					
fCO2_SysC_EC1		fCO2_SysC_EC2		fCO2_SysC_EC3	
Description	fCO2	Description	fCO2	Description	fCO2
EI-REH	144	-	0.00	-	0.00



Preços da energia dos sistemas de arrefecimento		
COOLING		
Price of the energy carrier for cooling systems (€/kWh)		
fp_SysC_EC1	fp_SysC_EC2	fp_SysC_EC3

Figura 42. Dados necessários para o cálculo dos custos relacionados com a energia para o arrefecimento

- Nas Figuras 43, 44, 45 e 46 apresentam-se os parâmetros necessários para a quantificação dos fatores de energia primária, global, não renovável, emissões de carbono e custos relacionados com a energia para a produção de AQS. Neste caso e tal como nas necessidades energéticas para aquecimento apenas é necessário introduzir manualmente o fator de energia primária referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares, o fator de energia primária referente à produção de eletricidade dos sistemas de produção bem como os custos relacionados com a energia.

DHW						Fator de energia primária total referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares	Fator de energia primária não renovável referente à produção de eletricidade dos sistemas de produção de AQS
Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for dhw systems (kWh)						Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for auxiliary electricity to dhw systems (kWh)	Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for electricity production to dhw systems (kWh)
fp,total_SysW_EC1		fp,total_SysW_EC2		fp,total_SysW_EC3		fp,total_SysW_EIAux	fp,total_SysW_EIPrd
Description	fp,total	Description	fp,total	Description	fp,total		
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00		

Figura 43. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária para a preparação de AQS

DHW						Fator de energia primária não renovável referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares	Fator de energia primária não renovável referente à produção de eletricidade dos sistemas de produção de AQS
Primary energy factor, only non-renewable energy for dhw systems (kWh/kWh)						Primary energy factor, only non-renewable energy for auxiliary electricity to dhw systems (kWh/kWh)	Primary energy factor, only non-renewable energy for electricity production to dhw systems (kWh/kWh)
fp,nonren_SysW_EC1		fp,nonren_SysW_EC2		fp,nonren_SysW_EC3		fp,nonren_SysW_EIAux	fp,nonren_SysW_EIProd
Description	fp,nonren	Description	fp,nonren	Description	fp,nonren		
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00		

Figura 44. Dados necessários para o cálculo dos fatores de energia primária não renovável para a preparação de AQS

DHW						Fator de emissão de dióxido de carbono referente à eletricidade utilizada pelos dispositivos auxiliares	Fator de emissão de dióxido de carbono referente à produção de eletricidade dos sistemas de produção de AQS
CO2 emission factor for dhw systems (g/kWh)						CO2 emission factor for auxiliary electricity to dhw systems (g/kWh)	CO2 emission factor for electricity production to dhw systems (g/kWh)
fCO2_SysW_EC1		fCO2_SysW_EC2		fCO2_SysW_EC3		fCO2_SysW_EIAux	fCO2_SysW_EIProd
Description	fCO2	Description	fCO2	Description	fCO2		
EI-REH	144	-	0.00	-	0.00		

Figura 45. Dados necessários para o cálculo das emissões de carbono para a preparação de AQS

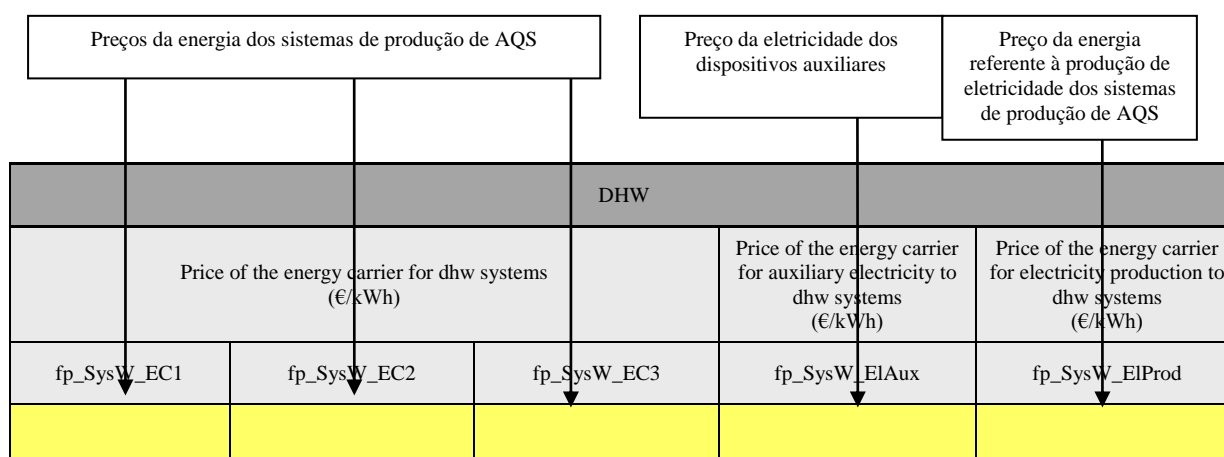


Figura 46. Dados necessários para o cálculo dos custos relacionados com a energia para a preparação de AQS

15. Após a inserção de todos os dados necessários no separador “Initial\_solution” passa-se para o “Solution\_after\_rehabilitation” onde se introduzem, por meio de seleção, em termos de elementos construtivos, apenas os materiais que serão adicionados na solução de reabilitação (Figura 47) a que corresponderão diretamente os respetivos impactos ambientais (Figura 48) bem como a distância que os materiais terão de percorrer até chegar à obra, caso seja necessário (Figura 49):

Materials adicionados ao elemento construtivo	Espessura de cada material adicionado ao elemento construtivo	Resistência térmica superficial exterior e interior				
Roof_1	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Thermal resistance of element without insulation, in case that existing insulation is removed during refurbishment R_before (m <sup>2</sup> °C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )	
Rock wool MW	0.14	0.04	3.50	3.50	5.6	
Rse			0	0.1		
Rsi			0	0.1		
Total			3.500	3.700	5.6	
U (W/m <sup>2</sup> .°C)			0.286			

Figura 47. Composição dos elementos construtivos na solução após reabilitação

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
1.26E-02	1.78E+00	2.78E-07	9.33E-03	2.94E-04	2.51E-03	3.03E+01	5.97E-01

Figura 48. Impactes ambientais associados aos materiais adicionados a cada elemento construtivo na solução após reabilitação

Caso necessite de transporte para o material adicionado ao elemento construtivo deve responder afirmativamente e indicar a distância em km

Do you need transportation to the building element concerned?	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate		
	ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)	
Yes	20	1.26E-02	1.78E+00	2.78E-07	9.33E-03	2.94E-04	2.51E-03	3.03E+01	5.97E-01

Figura 49. Impactes ambientais associados ao transporte dos materiais adicionados a cada elemento construtivo na solução após reabilitação

16. Tal como no separador “Initial\_situation”, também no “Solution\_after\_rehabilitation” é necessário introduzir os parâmetros referentes aos ganhos solares para o aquecimento e arrefecimento bem como os ganhos solares opacos e ainda os parâmetros referentes às necessidades de energia global primária. Contudo, e ao contrário dos materiais mesmo que não se verifique qualquer alteração a nível de reabilitação é necessário voltar a preencher os quadros. No aquecimento e arrefecimento é questionado ao utilizador se os valores são iguais aos da situação inicial ou não. Conforme a resposta dada a metodologia assume os valores anteriores ou os novos. Dado que o processo de cálculo e as tabelas são iguais não irão ser colocadas novamente visto que não se justifica.

17. Seguidamente, visualizam-se os impactes ambientais afetos à situação inicial e após reabilitação no separador “Impacts” bem como os resultados obtidos para as necessidades de energia para aquecimento, arrefecimento, produção de AQS, energia global primária e integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas nos separadores

“Calc.Demo.Building\_Heating”, “Calc.Demo.Building\_Cooling”, “Calc.Demo.System” e “Calc.Demo.Wrapping” respetivamente, quer para a situação inicial quer para após a reabilitação do edifício.

18. Caso surja alguma dúvida no decorrer da utilização da metodologia, por favor consulte as tabelas com a explicação dos parâmetros para o aquecimento, arrefecimento, preparação de AQS e energia global primária que se encontram na margem direita em cada separador e seguem nos Anexos XIV, XV, XVI e XVII respetivamente.



## CAPITULO 6

### 6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

#### 6.1. Conclusões

A presente dissertação teve como objetivo desenvolver uma metodologia e um programa que permitissem desde as fases mais preliminares de projeto, determinar em simultâneo os impactes ambientais bem como o desempenho energético do edifício, resultante da aplicação de materiais e/ou elementos construtivos (medidas de reabilitação energética) em edifícios existentes.

Assim o programa permite numa fase inicial de projeto conhecer qual a melhor solução a utilizar no projeto e construção de um edifício uma vez que é possível fazer comparações entre as diversas opções de projeto, com base nas previsões obtidas pela metodologia.

Desta forma, o programa desenvolvido tem o objetivo de poder ser utilizado e entendido facilmente por qualquer utilizador.

De acordo com os objetivos definidos atravessou-se uma série de etapas e métodos, que se apresentam de seguida:

- Recolha de toda a informação existente acerca do tema em estudo;
- Desenvolvimento da metodologia e do programa da análise integrada dos impactes ambientais e do desempenho energético de cenários de reabilitação energética de edifícios recorrendo ao Microsoft Office Excel, página Web PVGIS, programa informático SimaPro (base de dados Ecoinvent), normas internacionais e trabalhos anteriormente publicados no âmbito desta temática;
- Aplicação do programa desenvolvido a um caso de estudo com o intuito de verificar e testar a sua validade;
- Elaboração de um manual que permita ao utilizador um fácil manuseamento do programa.

No que concerne à informação existente sobre o tema em estudo, verificou-se uma grande escassez de bibliografia uma vez que não existe nenhum método que permita integrar os impactes ambientais associados aos materiais, utilizados nas operações de reabilitação, com o consumo energético associado à operação dos edifícios resultante.

Em virtude do desenvolvimento do programa para a análise integrada dos impactes ambientais e do desempenho energético de cenários de reabilitação energética de edifícios o mesmo resultou numa ferramenta de fácil manuseamento com o intuito de auxiliar equipas de projeto na escolha de cenários de reabilitação mais sustentáveis. Assim, o programa permite o conhecimento da importância dos impactes ambientais associados a um determinado material utilizado na construção e/ou reabilitação de um edifício à medida que o consumo energético diminui. Tal facto assume elevada relevância uma vez que é necessário ter em conta os benefícios que um material apresenta no campo energético, assim como os impactes ambientais que acarreta, por forma a se poder optar pelo cenário mais equilibrado.

O programa assume extrema importância visto que as necessidades energéticas do edifício e os impactes ambientais do mesmo podem ser conhecidos bastando introduzir os materiais que constituem o edifício bem como aqueles que serão adicionados na reabilitação, as características geométricas e físicas da infraestrutura, e ainda os equipamentos que lá se encontram instalados ou que poderão ser renovados. Neste sentido o programa permite através da introdução de parâmetros básicos, quantificar aspetos essenciais acerca de cada cenário de reabilitação de um edifício, quer na fase inicial de projeto como na fase de utilização. Os aspetos que o mesmo permite quantificar são as necessidades de energia para aquecimento, arrefecimento, preparação de Água Quente Sanitária (AQS), energia global primária, custos associados à energia, avaliação do ciclo de vida do edifício e integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas do mesmo.

Contudo, a elaboração do programa apresentou grandes obstáculos mais uma vez devido à escassez de matéria desenvolvida sobre o assunto. Desta forma a componente que implicou um esforço significativo correspondeu ao desenvolvimento do algoritmo para determinar as necessidades de energia para arrefecimento, nomeadamente o período de arrefecimento num ano.



Ainda relativamente ao desenvolvimento do programa conclui-se que a integração dos custos na mesma não faria muito sentido uma vez que o mercado da construção se encontra em constante mudança e por isso os preços estão sempre a variar. Contudo as necessidades energéticas contêm preços indicativos da energia, que se encontram atualmente em vigor.

Numa perspetiva de programa, conclui-se que a análise de normas internacionais, nomeadamente a ISO 13790 (2008), EN 15316-3-1 (2007), prEN 15603 (2007) e do REH (2013) se tornou essencial para algoritmizar e programar o programa uma vez que continham as equações necessárias para a concretização do mesmo, apesar de apresentarem grande dificuldade de compreensão visto que são desenvolvidas para serem aplicadas em qualquer país europeu e por isso alguns aspetos não são de fácil percepção.

Quanto ao objeto de estudo optou-se pelo edifício em causa uma vez que se trata de um edifício estudado no projeto internacional ANNEX 56, que tal como foi referido anteriormente a presente dissertação integra, e por isso faz todo o sentido que o mesmo seja avaliado no programa desenvolvido. Portanto pode-se afirmar que o programa está bem desenvolvido uma vez que o mesmo se apoia numa base simplificada e a percentagem de erro dos resultados obtidos é muito baixa quando comparada com os valores obtidos no REH (2013).

Por conseguinte, a presente dissertação permite concluir que a integração dos impactes ambientais nas necessidades energéticas para a reabilitação de um edifício é fundamental, visto que é possível prever qual a melhor solução a empregar no edifício conhecendo os impactes ambientais bem como as necessidades energéticas que a mesma acarreta. Desta forma diminui-se o impacto no meio ambiente bem como o gasto de energia no edifício.

## **6.2. Proposta de trabalhos futuros**

Devido à complexidade que o presente trabalho apresenta e pela constante evolução do conhecimento que aborda, o mesmo pode ser sujeito a atualizações constantes quer em termos de todas as bases de dados como de custos tentando para isso manter constantemente as mesmas atualizadas.

Pretende-se ainda, se tal for possível, aplicar a metodologia desenvolvida a edifícios que se encontrem em locais mais quentes e mais frios por forma a testar a validade da ferramenta.

Permanece também a crença da possibilidade de transformar a presente metodologia num programa informático com o intuito de auxiliar as equipas de projeto a optar pela solução de reabilitação que melhor se adapta à situação em causa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Publicações

ADENE. 2011. *Perguntas e Respostas sobre o RSECE-Energia. Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios. D.L.79/2006 de 4 de Abril.* Portugal.

ADENE. 2011. *Perguntas e Respostas sobre o RCCTE. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. D.L.80/2006 de 4 de Abril.* Portugal.

Almeida, M. G., Bragança, L., Mateus, R. 2007. *State of the art: Portugal.* Universidade do Minho, Guimarães.

Arvanitakis, D. 2009. *Financial incentives for the adoption of residential energy efficient products: An analysis of European programmes and best practices.* Manchester Business School.

Bragança, L., Mateus, R. 2011. *Avaliação do ciclo de vida dos edifícios-impacte ambiental de soluções construtivas.* iiSBE Portugal.

Carvalho, G. 2013. *Artigo científico: Estratégia Europeia para a Energia e Alterações Climáticas.*

Comissão Europeia. 2007. *Accelerating the Development of Sustainable Construction Market in Europe.* Bruxelas.

Comissão Europeia. 2010. *Estratégia para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo.* Bruxelas.

Decreto-Lei nº40/90. 1990. *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.* Portugal.

Decreto-Lei nº80/2006. 2006. *Revogação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*. Portugal.

Decreto-Lei nº188/98. 1998. *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios*. Portugal.

Decreto-Lei nº118/2013. 2013. *Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação*. Portugal.

EN 15316. 2006. *Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies*. CEN/TC 228.

EN 15316-3-1. 2007. *Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3-1:Domestic hot water systems, characterisation of needs (tapping requirements)*. CEN – European Committee for Standardization.

Ferreira, J.; Pinheiro, M. 2011. *In search of better performance in the Portuguese buildings: the case of study of the Portuguese regulation*. In *Energy Policy* 30, 7666-7683.

INE, I.P. 2012. *Censos 2011 Resultados definitivos – Portugal*. Lisboa.

ISO 13790. 2008. *Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling*. CEN – European Committee for Standardization.

Loga, T., Calisti, J. 2011. *WebTool – User Guide*. Institut Wohnen and Umwelt GmbH, Alemanha.

Maia, J. I. S. 2013. *Avaliação do ciclo de vida de soluções de reabilitação energética de fachadas*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Mateus, R. 2004. *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção. Parte I. Enquadramento do trabalho de investigação na realidade da indústria da construção. O impacte ambiental da construção.* Universidade do Minho, Guimarães.

Martins, R. J. P. B. R. 2013. *Master thesis: Sustainability Assessment of Steel Structure Buildings.* Universidade de Coimbra.

Diretiva 2010/31/EU. 2010. *On the energy performance of buildings.*

Pinheiro, M. 2006. *Ambiente e Construção Sustentável.* Instituto do Ambiente, Amadora

Poel, B., Van Cruchten, G., Balaras, C.A. 2007. *Energy performance assessment of existing dwellings.* Energy and Buildings 39, 393–403.

prEN 15603. 2007. *Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings.* CEN – European Committee for Standardization.

Santos, C. Matias, L. 2006. *ITE 50 - Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios.* LNEC, Lisboa.

Santos, P. 2008. *Certification of flats and blocks of flats in Portugal.* Praga.

TABULA Project Team. 2010. *Use of Building Typologies for Energy Performance Assessment of National Building Stocks. Existing Experiences in European Countries and Common Approach.* Institut Wohnen and Umwelt GmbH, Alemanha.

TABULA Project Team. 2012. *Typology Approach for Building Stock Energy Assessment. Main Results of the TABULA Project.* Institut Wohnen and Umwelt GmbH, Alemanha.

TABULA Project Team. 2013. *TABULA Calculation Method – Energy Use for Heating and Domestic Hot Water.* Institut Wohnen and Umwelt GmbH, Alemanha.

Tavares, D. F. L. 2013. *Dissertação de mestrado: Identificação e caracterização de medidas de eficiência energética e de produção/utilização de energia renovável no parque habitacional português*. Universidade do Minho, Guimarães.

## Websites

ANNEX 56. 2012. *ANNEX 56 homepage (online)*. Disponível em <http://www.iea-annex56.org/>. [Acedido em 4 de Fevereiro de 2014].

ANNEX 56. 2012. *1<sup>st</sup> Newsletter homepage (online)*. Disponível em [http://www.iea-annex56.org/Groups/GroupParâmetroID7/Annex56\\_Newsletter%2001.pdf](http://www.iea-annex56.org/Groups/GroupParâmetroID7/Annex56_Newsletter%2001.pdf). [Acedido em 6 de Fevereiro de 2014].

ANNEX 56. 2012. *2<sup>st</sup> Newsletter homepage (online)*. Disponível em [http://www.iea-annex56.org/Groups/GroupParâmetroID7/Annex56\\_Newsletter%2002.pdf](http://www.iea-annex56.org/Groups/GroupParâmetroID7/Annex56_Newsletter%2002.pdf). [Acedido em 6 de Fevereiro de 2014].

ANNEX 56. 2013. *3<sup>st</sup> Newsletter homepage (online)*. Disponível em <http://www.iea-annex56.org/Groups/GroupParâmetroID7/Annex%2056%20Newsletter%2003.pdf>. [Acedido em 6 de Fevereiro de 2014].

apcmc. 2014. *Desempenho energético dos edifícios homepage (online)*. Disponível em [http://www.apcmc.pt/legislacao/2013/desempenho\\_energ\\_edificios.html](http://www.apcmc.pt/legislacao/2013/desempenho_energ_edificios.html). [Acedido em 14 de Setembro de 2014].

Ascenso, R. 2013. *Pensar Sustentável homepage (online)*. Disponível em [http://www.edificioseenergia.pt/contents/artigorevista/008-017\\_tcapa-1\\_2.pdf](http://www.edificioseenergia.pt/contents/artigorevista/008-017_tcapa-1_2.pdf). [Acedido em 28 de Janeiro de 2014].

Cardoso, F. 2013. *Mais eficientes e com menos impactos ambientais homepage (online)*.

Disponível em

[http://www.anfaje.pt/cache/binImagens/EDIFICIOS&ENERGIA\\_Declaracoes\\_Anfaje\\_Reabilitacao\\_Energetica\\_01.11.2013-1315.pdf](http://www.anfaje.pt/cache/binImagens/EDIFICIOS&ENERGIA_Declaracoes_Anfaje_Reabilitacao_Energetica_01.11.2013-1315.pdf). [Acedido em 27 de Janeiro de 2014].

Comissão Europeia. 2013. *Desafios e políticas no domínio da energia (online)*. Disponível em [http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/energy2\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/energy2_pt.pdf). [Acedido em 28 de Janeiro de 2014].

CYPE. 2014. *Gerador de preços. Portugal homepage (online)*. Disponível em <http://www.geradordeprecos.info/>. [Acedido em 13 de Fevereiro de 2014].

Comissão Europeia. 2014. *Energia e clima: metas para 2030 homepage (online)*. Disponível em [http://ec.europa.eu/portugal/comissao/destaques/20140122\\_clima\\_energia\\_metas\\_2030\\_pt.htm](http://ec.europa.eu/portugal/comissao/destaques/20140122_clima_energia_metas_2030_pt.htm). [Acedido em 22 de Setembro de 2014].

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). 2010. *Normais climatológicas 1981-2010 homepage (online)*. Disponível em <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/001/>. [Acedido em 8 de Abril de 2014].

Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). 2009. *Documento de Homologação – Império (Braga), Pavimentos aligeirados de vigotas pré-fabricadas de betão pré-esforçado homepage (online)*. Disponível em [http://www.lnec.pt/qpe/dh/DH\\_906\\_net.pdf](http://www.lnec.pt/qpe/dh/DH_906_net.pdf). [Acedido em 21 de Julho de 2014].

Ministério do Meio Ambiente. 2014. *Construção Sustentável homepage (online)*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismosustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>. [Acedido em 28 de Janeiro de 2014].

Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). 2012. *Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology homepage (online)*. Disponível em <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>. [Acedido em 15 de Maio de 2014].

União Europeia. 2013. *Ação Climática homepage (online)*. Disponível em [http://europa.eu/pol/clim/index\\_pt.htm](http://europa.eu/pol/clim/index_pt.htm). [Acedido em 30 de Janeiro de 2014].





## ANEXOS

### Anexo I. Materiais aplicados na metodologia e respetivos impactes ambientais

Tabela I.1. Base de dados dos materiais existentes na metodologia

Element	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>3</sup> )
Plaster designed		0.43		900
Cement mortar		1.3		2000
Plaster mortar		1		1750
ETICS slender mortar		1		1700
Gypsum plaster board		0.25		800
Cermamic tyles		1.3		2300
Linoleum		0.17		1200
Carpet		0.06		200
Granite		2.8		2600
Slate		2.2		2400
Marble		3.5		2700
Limestone very hard stones		2.3		2400
Hard limestone rocks		1.7		2100
Dense limestone rocks		1.4		1900
Soft limestone rocks		1.1		1700
Sand, Gravel , Pebble		2		2000
Gravel		2		1800
Titanium zinc plate		110		7200
PVC film		0.14		1200
Rock wool MW		0.04		40
Cork slab ICB		0.045		115

Tabela I.2. Base de dados dos materiais existentes na metodologia (cont.)

Element	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m2.°C/W)	Mst (kg/m <sup>3</sup> )
Polystyrene expandable EPS		0.04		20
Polystyrene extruded XPS		0.037		25
Designed polyurethane PUR		0.042		30
Brick 4 cm			0.1	60
Brick 7 cm			0.19	110
Brick 9 cm			0.23	130
Brick 11 cm			0.27	160
Brick 15 cm			0.39	190
Brick 20 cm			0.52	280
Brick 22 cm			0.52	300
Block 10/11 cm			0.16	155
Block 15 cm			0.2	190
Block 19/20/22 cm			0.3	230
Block 24/25 cm			0.33	280
Block 30 cm			0.37	320
BTE thermal block 20 ( Artebel )			0.87	222
BTE thermal block 25 ( Artebel )			0.93	269.5
BTE thermal block 30 ( Artebel )			0.99	327
Thermal brick of 14 cm ( Preceram )			0.79	130.9
Thermal brick of 19 cm ( Preceram )			0.9	172.33
Thermal brick of 24 cm ( Preceram )			1.07	206.4
Thermal brick of 29 cm ( Preceram )			1.4	249.4

Tabela I.3. Base de dados dos materiais existentes na metodologia (cont.)

Element	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>3</sup> )
Normal concrete		2		2450
Concrete - armor < 1 %		2		2250
Concrete - armor 1-2 %		2.3		2350
Concrete - armor > 2 %		2.5		2500
Lightweight concrete block		1.3		2000
Lightweight concrete with EPS		0.18		500
Lightened slab with a base of blocks > 30 , with 3 rows of holes and flow upward			0.28	398
Lightened slab with a base of blocks > 30 , with 3 rows of holes and downflow			0.31	398
Dense coniferous woods – cedar		0.18		550
Dense coniferous woods – pine		0.18		600
Softwood – fool		0.15		500
Semi - dense wood – brown		0.18		600
Semi - dense wood – beech		0.18		730
Semi - dense wood – walnut		0.18		650
Semi - dense wood - teak and Cambala		0.18		700
Dense wood – oak		0.23		750
Dense hardwood – eucalyptus		0.23		800
Dense wood – ash		0.23		760
Very dense wood – sucupira		0.29		970
OSB		0.13		650
Box air 5 - 9 mm (Horiz)			0.11	
Box air 10 - 14 mm (Horiz)			0.15	
Box air 15 - 24 mm (Horiz)			0.17	
Box air 25 - 300 mm (Horiz)			0.18	

Tabela I.4. Base de dados dos materiais existentes na metodologia (cont.)

Element	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>3</sup> )
Box air 5 - 9 mm (Vert_↑)			0.11	
Box air 10 - 15 mm (Vert_↑)			0.15	
Box air 15 - 300 mm (Vert_↑)			0.16	
Box air 5 - 9 mm (Vert_↓)			0.11	
Box air 10 - 14 mm (Vert_↓)			0.15	
Box air 15 - 24 mm (Vert_↓)			0.17	
Box air 25 - 49 mm (Vert_↓)			0.19	
Box air 50 - 99 mm (Vert_↓)			0.21	
Box air 100 - 299 mm (Vert_↓)			0.22	
Box air 300 mm (Vert_↓)			0.23	
Transport				

Tabela I.5. Base de dados dos impactos ambientais afetos aos materiais existentes na metodologia

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
5.48E-04	2.13E-01	9.56E-09	3.54E-04	1.65E-05	8.88E-05	1.46E+00	2.15E-01
4.90E-04	1.90E-01	8.10E-09	3.27E-04	1.31E-05	8.34E-05	1.33E+00	2.05E-01
4.90E-04	1.90E-01	8.10E-09	3.27E-04	1.31E-05	8.34E-05	1.33E+00	2.05E-01
4.90E-04	1.90E-01	8.10E-09	3.27E-04	1.31E-05	8.34E-05	1.33E+00	2.05E-01
2.47E-03	3.53E-01	3.90E-08	1.10E-03	4.69E-05	4.98E-04	5.74E+00	3.22E-01
6.24E-03	7.78E-01	8.29E-08	2.77E-03	1.33E-04	1.19E-03	1.41E+01	7.18E-01
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.60E-03	2.30E-01	3.06E-08	1.41E-03	4.44E-05	4.76E-04	7.23E+00	7.72E-01

Tabela I.6. Base de dados dos impactes ambientais afetos aos materiais existentes na metodologia (cont.)

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
1.60E-03	2.30E-01	3.06E-08	1.41E-03	4.44E-05	4.76E-04	7.23E+00	7.72E-01
1.60E-03	2.30E-01	3.06E-08	1.41E-03	4.44E-05	4.76E-04	7.23E+00	7.72E-01
1.23E-05	1.93E-03	2.26E-10	3.37E-05	5.30E-07	8.18E-06	2.78E-02	4.04E-04
1.23E-05	1.93E-03	2.26E-10	3.37E-05	5.30E-07	8.18E-06	2.78E-02	4.04E-04
1.23E-05	1.93E-03	2.26E-10	3.37E-05	5.30E-07	8.18E-06	2.78E-02	4.04E-04
1.23E-05	1.93E-03	2.26E-10	3.37E-05	5.30E-07	8.18E-06	2.78E-02	4.04E-04
2.99E-05	4.38E-03	4.72E-10	2.54E-05	1.10E-06	9.42E-06	1.24E-01	1.37E-02
2.99E-05	4.38E-03	4.72E-10	2.54E-05	1.10E-06	9.42E-06	1.24E-01	1.37E-02
3.12E-02	4.26E+00	2.13E-07	5.67E-02	2.10E-03	2.46E-02	6.44E+01	8.60E+00
3.06E-02	3.14E+00	0.00E+00	1.44E-02	7.28E-04	1.18E-03	6.81E+01	1.93E+00
9.39E-03	1.08E+00	4.59E-08	8.19E-03	4.32E-04	1.78E-03	1.89E+01	8.40E-01
1.03E-02	1.15E+00	9.24E-08	5.35E-03	4.46E-04	2.71E-03	2.48E+01	2.73E+01
4.17E-02	3.32E+00	0.00E+00	1.12E-02	6.70E-04	1.10E-03	8.50E+01	3.76E-01
4.35E-02	1.05E+01	1.64E-04	1.67E-02	1.28E-03	3.43E-03	9.93E+01	1.35E+00
0.00E+00	2.35E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
1.18E-03	2.38E-01	1.58E-08	5.46E-04	3.97E-05	1.72E-04	2.57E+00	2.55E-01
3.23E-04	1.21E-01	4.38E-09	2.43E-04	1.05E-05	7.96E-05	7.58E-01	7.31E-02
3.23E-04	1.21E-01	4.38E-09	2.43E-04	1.05E-05	7.96E-05	7.58E-01	7.31E-02

Tabela I.7. Base de dados dos impactes ambientais afetos aos materiais existentes na metodologia (cont.)

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
3.23E-04	1.21E-01	4.38E-09	2.43E-04	1.05E-05	7.96E-05	7.58E-01	7.31E-02
3.23E-04	1.21E-01	4.38E-09	2.43E-04	1.05E-05	7.96E-05	7.58E-01	7.31E-02
3.23E-04	1.21E-01	4.38E-09	2.43E-04	1.05E-05	7.96E-05	7.58E-01	7.31E-02
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
2.37E-04	1.09E-01	3.63E-09	1.83E-04	6.73E-06	4.53E-05	5.70E-01	3.36E-02
7.32E-04	1.63E-01	5.73E-09	3.80E-04	3.89E-05	1.71E-04	1.45E+00	5.56E-02
7.32E-04	1.63E-01	5.73E-09	3.80E-04	3.89E-05	1.71E-04	1.45E+00	5.56E-02
7.32E-04	1.63E-01	5.73E-09	3.80E-04	3.89E-05	1.71E-04	1.45E+00	5.56E-02
2.28E-03	4.00E-01	4.01E-08	2.37E-03	9.92E-05	2.70E-04	5.26E+00	1.63E-01
5.50E-03	1.12E+00	3.28E-08	2.44E-03	6.13E-04	5.14E-04	1.25E+01	3.12E-01
1.56E-01	3.07E+01	1.67E-06	7.35E-02	6.72E-03	2.87E-02	3.24E+02	2.43E+01
1.56E-01	3.07E+01	1.67E-06	7.35E-02	6.72E-03	2.87E-02	3.24E+02	2.43E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01

Tabela I.8. Base de dados dos impactes ambientais afetos aos materiais existentes na metodologia (cont.)

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
5.24E-04	7.32E-02	7.48E-09	4.01E-04	4.05E-05	1.63E-04	1.30E+00	1.65E+01
3.86E-03	7.49E-01	2.15E-08	1.04E-03	5.88E-05	1.88E-04	7.77E+00	2.21E+01
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1.83E-03	2.57E-01	4.02E-08	1.35E-03	4.24E-05	3.62E-04	4.38E+00	8.63E-02

## Anexo II. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo dos ganhos solares na estação de aquecimento

Tabela II.1. Base de dados dos tipos de vidros existentes na metodologia

Glass composition	$g_{s,vi}$
Simple glass	
Colorless 4mm	0.88
Colorless 5mm	0.87
Colorless 6mm	0.85
Colorless 8mm	0.82
Colored in the mass 4mm	0.7
Colored in the mass 5mm	0.65
Colored in the mass 6mm	0.6
Colored in the mass 8mm	0.5
Colorless refletante 4 to 8mm	0.6
Colored refletante in the mass 4 to 5mm	0.5
Colored refletante in the mass 6 to 8mm	0.45
Matte 4mm	0.88
Matte 5mm	0.87

Glass composition	$g_{s,vi}$
Matte 6mm	0.85
Matte 8mm	0.82
Double glazing (ext+int)	
Colorless 4 to 8mm+Colorless 4mm	0.78
Colorless 4 to 8mm+Colorless 5mm	0.75
Colored in the mass 4mm+Colorless 4 to 8mm	0.6
Colored in the mass 5mm+Colorless 4 to 8mm	0.55
Colored in the mass 6mm+Colorless 4 to 8mm	0.5
Colored in the mass 8mm+Colorless 4 to 8mm	0.45
Colorless refletante 4 to 8mm+Colorless 4 to 8mm	0.52
Colored refletante in the mass 4 to 5mm+Colorless 4 to 8mm	0.4
Colored refletante in the mass 6 to 8mm+Colorless 4 to 8mm	0.35
Glass brick	0.57
Matte 4 to 8mm+Matte 4mm	0.78
Matte 4 to 8mm+Matte 5mm	0.75

Tabela II.2. Base de dados do fator de sombreamento do horizonte existentes na metodologia

Orientation	Horizon angle	$F_h$ - Partial shading correction factor for the horizon
Northeast	0° to 39° lat.	1.00
Northeast	10° to 39° lat.	0.96
Northeast	20° to 39° lat.	0.96
Northeast	30° to 39° lat.	0.85
Northeast	40° to 39° lat.	0.81

Orientation	Horizon angle	$F_h$ - Partial shading correction factor for the horizon
Northeast	45° to 39° lat.	0.8
Northeast	0° to 33° lat.	1.00
Northeast	10° to 33° lat.	0.96
Northeast	20° to 33° lat.	0.91
Northeast	30° to 33° lat.	0.85



Tabela II.3. Base de dados do fator de sombreamento do horizonte existentes na metodologia (cont.)

Orientation	Horizon angle	$F_h$ - Partial shading correction factor for the horizon
Northeast	40° to 33° lat.	0.81
Northeast	45° to 33° lat.	0.80
Northeast	Doesn't exist	0.00
East	0° to 39° lat.	1.00
East	10° to 39° lat.	0.94
East	20° to 39° lat.	0.84
East	30° to 39° lat.	0.71
East	40° to 39° lat.	0.61
East	45° to 39° lat.	0.58
East	0° to 33° lat.	1.00
East	10° to 33° lat.	0.96
East	20° to 33° lat.	0.87
East	30° to 33° lat.	0.75
East	40° to 33° lat.	0.64
East	45° to 33° lat.	0.60
East	Doesn't exist	0.00
Southeast	0° to 39° lat.	1.00
Southeast	10° to 39° lat.	0.96
Southeast	20° to 39° lat.	0.88
Southeast	30° to 39° lat.	0.68
Southeast	40° to 39° lat.	0.52
Southeast	45° to 39° lat.	0.48
Southeast	0° to 33° lat.	1.00
Southeast	10° to 33° lat.	0.97
Southeast	20° to 33° lat.	0.90

Southeast	30° to 33° lat.	0.77
Orientation	Horizon angle	$F_h$ - Partial shading correction factor for the horizon
Southeast	40° to 33° lat.	0.59
Southeast	45° to 33° lat.	0.53
Southeast	Doesn't exist	0.00
South	0° to 39° lat.	1.00
South	10° to 39° lat.	0.97
South	20° to 39° lat.	0.90
South	30° to 39° lat.	0.67
South	40° to 39° lat.	0.50
South	45° to 39° lat.	0.45
South	0° to 33° lat.	1.00
South	10° to 33° lat.	0.98
South	20° to 33° lat.	0.93
South	30° to 33° lat.	0.80
South	40° to 33° lat.	0.58
South	45° to 33° lat.	0.51
South	Doesn't exist	0.00
Southwest	0° to 39° lat.	1.00
Southwest	10° to 39° lat.	0.96
Southwest	20° to 39° lat.	0.88
Southwest	30° to 39° lat.	0.68
Southwest	40° to 39° lat.	0.52
Southwest	45° to 39° lat.	0.48
Southwest	0° to 33° lat.	1.00
Southwest	10° to 33° lat.	0.97
Southwest	20° to 33° lat.	0.90
Southwest	30° to 33° lat.	0.77

Tabela II.4. Base de dados do fator de sombreamento do horizonte existentes na metodologia (cont.)

Orientation	Horizon angle	F <sub>h</sub> - Partial shading correction factor for the horizon
Southwest	40° to 33° lat.	0.59
Southwest	45° to 33° lat.	0.53
Southwest	Doesn't exist	0.00
West	0° to 39° lat.	0.99
West	10° to 39° lat.	0.95
West	20° to 39° lat.	1.00
West	30° to 39° lat.	0.94
West	40° to 39° lat.	0.84
West	45° to 39° lat.	0.71
West	0° to 33° lat.	0.61
West	10° to 33° lat.	0.58
West	20° to 33° lat.	1.00
West	30° to 33° lat.	0.96
West	40° to 33° lat.	0.87
West	45° to 33° lat.	0.75
West	Doesn't exist	0.00
Northwest	0° to 39° lat.	1.00
Northwest	10° to 39° lat.	0.96
Northwest	20° to 39° lat.	0.96
Northwest	30° to 39° lat.	0.85
Northwest	40° to 39° lat.	0.81

Orientation	Horizon angle	F <sub>h</sub> - Partial shading correction factor for the horizon
Northwest	45° to 39° lat.	0.80
Northwest	0° to 33° lat.	1.00
Northwest	10° to 33° lat.	0.96
Northwest	20° to 33° lat.	0.91
Northwest	30° to 33° lat.	0.85
Northwest	40° to 33° lat.	0.81
Northwest	45° to 33° lat.	0.80
Northwest	Doesn't exist	0.00
North	0° to 39° lat.	1.00
North	10° to 39° lat.	1.00
North	20° to 39° lat.	1.00
North	30° to 39° lat.	1.00
North	40° to 39° lat.	1.00
North	45° to 39° lat.	1.00
North	0° to 33° lat.	1.00
North	10° to 33° lat.	1.00
North	20° to 33° lat.	1.00
North	30° to 33° lat.	1.00
North	40° to 33° lat.	1.00
North	45° to 33° lat.	1.00
North	Doesn't exist	0.00

Tabela II.5. Base de dados do fator de sombreamento por elementos horizontais existentes na metodologia

Orientation	Overhang angle	F <sub>0</sub> - Partial shading correction factor for overhang
Northeast	0° to 39° lat.	1.00
Northeast	30° to 39° lat.	0.94
Northeast	45° to 39° lat.	0.90
Northeast	60° to 39° lat.	0.85
Northeast	0° to 33° lat.	1.00
Northeast	30° to 33° lat.	0.92
Northeast	45° to 33° lat.	0.88
Northeast	60° to 33° lat.	0.83
Northeast	Doesn't exist	0.00
East	0° to 39° lat.	1.00
East	30° to 39° lat.	0.84
East	45° to 39° lat.	0.74
East	60° to 39° lat.	0.64
East	0° to 33° lat.	1.00
East	30° to 33° lat.	0.82
East	45° to 33° lat.	0.72
East	60° to 33° lat.	0.62
East	Doesn't exist	0.00
Southeast	0° to 39° lat.	1.00
Southeast	30° to 39° lat.	0.76
Southeast	45° to 39° lat.	0.63
Southeast	60° to 39° lat.	0.49
Southeast	0° to 33° lat.	1.00
Southeast	30° to 33° lat.	0.68
Southeast	45° to 33° lat.	0.60
Southeast	60° to 33° lat.	0.48
Southeast	Doesn't exist	0.00
South	0° to 39° lat.	1.00
South	30° to 39° lat.	0.73
South	45° to 39° lat.	0.59
South	60° to 39° lat.	0.44
South	0° to 33° lat.	1.00
South	30° to 33° lat.	0.45
South	45° to 33° lat.	0.56
South	60° to 33° lat.	0.43
South	Doesn't exist	0.00
Southwest	0° to 39° lat.	1.00
Southwest	30° to 39° lat.	0.76
Southwest	45° to 39° lat.	0.63
Southwest	60° to 39° lat.	0.49
Southwest	0° to 33° lat.	1.00
Southwest	30° to 33° lat.	0.68
Southwest	45° to 33° lat.	0.60
Southwest	60° to 33° lat.	0.48
Southwest	Doesn't exist	0.00
West	0° to 39° lat.	1.00
West	30° to 39° lat.	0.84
Northwest	30° to 39° lat.	0.94
Northwest	45° to 39° lat.	0.90
Northwest	60° to 39° lat.	0.85
Northwest	0° to 33° lat.	1.00
Northwest	30° to 33° lat.	0.92
Northwest	45° to 33° lat.	0.88

Tabela II.6. Base de dados do fator de sombreamento por elementos horizontais existentes na metodologia (cont.)

Orientation	Overhang angle	F <sub>0</sub> - Partial shading correction factor for overhang
Northwest	60° to 33° lat.	0.83
Northwest	Doesn't exist	0.00
North	0° to 39° lat.	1.00
North	30° to 39° lat.	1.00
North	45° to 39° lat.	1.00
North	60° to 39° lat.	1.00

Orientation	Overhang angle	F <sub>0</sub> - Partial shading correction factor for overhang
North	0° to 33° lat.	1.00
North	30° to 33° lat.	1.00
North	45° to 33° lat.	1.00
North	60° to 33° lat.	1.00
North	Doesn't exist	0.00

Tabela II.7. Base de dados do fator de sombreamento por elementos verticais existentes na metodologia

Orientation	Fin angle	F <sub>v</sub> - Partial shading correction factor for fins
Northeast	0°-Left	1.00
Northeast	30°-Left	1.00
Northeast	45°-Left	1.00
Northeast	60°-Left	1.00
Northeast	0°-Right	1.00
Northeast	30°-Right	0.89
Northeast	45°-Right	0.84
Northeast	60°-Right	0.80
Northeast	0°-Left and Right	1.00
Northeast	30°-Left and Right	0.89
Northeast	45°-Left and Right	0.84
Northeast	60°-Left and Right	0.80
Northeast	Doesn't exist	0.00
East	0°-Left	1.00

Orientation	Fin angle	F <sub>v</sub> - Partial shading correction factor for fins
East	30°-Left	1.00
East	45°-Left	1.00
East	60°-Left	1.00
East	0°-Right	1.00
East	30°-Right	0.87
East	45°-Right	0.80
East	60°-Right	0.72
East	0°-Left and Right	1.00
East	30°-Left and Right	0.87
East	45°-Left and Right	0.80
East	60°-Left and Right	0.72
East	Doesn't exist	0.00
Southeast	0°-Left	1.00
Southeast	30°-Left	0.97

Tabela II.8. Base de dados do fator de sombreamento por elementos verticais existentes na metodologia (cont.)

Orientation	Fin angle	F <sub>f</sub> - Partial shading correction factor for fins
Southeast	45°-Left	0.95
Southeast	60°-Left	0.95
Southeast	0°-Right	1.00
Southeast	30°-Right	0.91
Southeast	45°-Right	0.86
Southeast	60°-Right	0.79
Southeast	0°-Left and Right	1.00
Southeast	30°-Left and Right	0.88
Southeast	45°-Left and Right	0.82
Southeast	60°-Left and Right	0.75
Southeast	Doesn't exist	0.00
South	0°-Left	1.00
South	30°-Left	0.93
South	45°-Left	0.88
South	60°-Left	0.83
South	0°-Right	1.00
South	30°-Right	0.93
South	45°-Right	0.88
South	60°-Right	0.83
South	0°-Left and Right	1.00
South	30°-Left and Right	0.86
South	45°-Left and Right	0.77
South	60°-Left and Right	0.69
South	Doesn't exist	0.00
Southwest	0°-Left	1.00
Southwest	30°-Left	0.91
Southwest	45°-Left	0.86
Southwest	60°-Left	0.79
Southwest	0°-Right	1.00
Southwest	30°-Right	0.97
Southwest	45°-Right	0.95
Southwest	60°-Right	0.91
Southwest	0°-Left and Right	1.00
Southwest	30°-Left and Right	0.88
Southwest	45°-Left and Right	0.82
Southwest	60°-Left and Right	0.72
Southwest	Doesn't exist	0.00
West	0°-Left	1.00
West	30°-Left	0.87
West	45°-Left	0.80
West	60°-Left	0.72
West	0°-Right	1.00
West	30°-Right	1.00
West	45°-Right	1.00
West	60°-Right	1.00
West	0°-Left and Right	1.00
West	30°-Left and Right	0.87
West	45°-Left and Right	0.80
West	60°-Left and Right	0.72
West	Doesn't exist	0.00
Northwest	0°-Left	1.00
Northwest	30°-Left	0.89

Tabela II.9. Base de dados do fator de sombreamento por elementos verticais existentes na metodologia (cont.)

Orientation	Fin angle	$F_f$ Partial shading correction factor for fins
Northwest	45°-Left	0.84
Northwest	60°-Left	0.80
Northwest	0°-Right	1.00
Northwest	30°-Right	1.00
Northwest	45°-Right	1.00
Northwest	60°-Right	1.00
Northwest	0°-Left and Right	1.00
Northwest	30°-Left and Right	0.89
Northwest	45°-Left and Right	0.84
Northwest	60°-Left and Right	0.80
Northwest	Doesn't exist	0.00
North	0°-Left	1.00

Orientation	Fin angle	$F_f$ Partial shading correction factor for fins
North	30°-Left	1.00
North	45°-Left	1.00
North	60°-Left	1.00
North	0°-Right	1.00
North	30°-Right	1.00
North	45°-Right	1.00
North	60°-Right	1.00
North	0°-Left and Right	1.00
North	30°-Left and Right	1.00
North	45°-Left and Right	1.00
North	60°-Left and Right	1.00
North	Doesn't exist	0.00

## Anexo III. Base de dados com os tipos de janelas inseridos na ferramenta desenvolvida bem como os impactes ambientais

Tabela III.1. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta

Openings vertical glazing				
Wood frame-vertical	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	0	5.1	0.20
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	0	4.3	0.23
Simple-simple glass-With high air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	0	3.9	0.26
Simple-simple glass-With low air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	0	3.4	0.29
Simple-double glass-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	6	3.3	0.30
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	6	2.9	0.34
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	6	2.8	0.36
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	6	2.5	0.40
Simple-double glass-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16	2.8	0.36
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16	2.5	0.40
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16	2.4	0.42
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16	2.2	0.45
Simple-double glass-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16 low e	2.6	0.38
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16 low e	2.4	0.42
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16 low e	2.3	0.43
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	16 low e	2	0.50
Double-1 single glass in each window-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	50-100	2.5	0.40
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	50-100	2.3	0.43
Double-1 single glass in each window-With high air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	50-100	2.2	0.45
Double-1 single glass in each window-With low air permeability (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding	50-100	2	0.50
<b>Metallic frame without thermal cut – vertical</b>				
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-0mm)	Fixed	0	6	0.17

Tabela IV.2 (cont.). Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta

<b>Metallic frame without thermal cut – vertical</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-0mm)	Fixed	0	4.9	0.20
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-0mm)	Fixed	0	4.5	0.22
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-0mm)	Fixed	0	3.8	0.26
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-0mm)	Rotating	0	6.2	0.16
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-0mm)	Rotating	0	5	0.20
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-0mm)	Rotating	0	4.6	0.22
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-0mm)	Rotating	0	3.9	0.26
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-0mm)	Sliding	0	6.5	0.15
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-0mm)	Sliding	0	5.2	0.19
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-0mm)	Sliding	0	4.8	0.21
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-0mm)	Sliding	0	4.1	0.24
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-6mm)	Fixed	6	3.9	0.26
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-6mm)	Fixed	6	3.4	0.29
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-6mm)	Fixed	6	3.2	0.31
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-6mm)	Fixed	6	2.8	0.36
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm)	Fixed	16	3.5	0.29
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm)	Fixed	16	3.1	0.32
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm)	Fixed	16	2.9	0.34
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm)	Fixed	16	2.6	0.38
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	3.1	0.32
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	2.8	0.36
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	2.6	0.38



Tabela III.3. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Metallic frame without thermal cut – vertical	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	2.3	0.43
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-6mm)	Rotating	6	4.3	0.23
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-6mm)	Rotating	6	3.7	0.27
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-6mm)	Rotating	6	3.4	0.29
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-6mm)	Rotating	6	3	0.33
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm)	Rotating	16	3.8	0.26
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm)	Rotating	16	3.3	0.30
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm)	Rotating	16	3.1	0.32
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm)	Rotating	16	2.7	0.37
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3.6	0.28
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3.2	0.31
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3	0.33
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	2.6	0.38
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-6mm)	Sliding	6	4.5	0.22
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-6mm)	Sliding	6	3.9	0.26
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-6mm)	Sliding	6	3.6	0.28
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-6mm)	Sliding	6	3.1	0.32
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm)	Sliding	16	4	0.25
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm)	Sliding	16	3.5	0.29
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm)	Sliding	16	3.3	0.30
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm)	Sliding	16	2.9	0.34
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.7	0.27
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.3	0.30

Tabela IV.4 (cont.). Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta

<b>Metallic frame without thermal cut – vertical</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.1	0.32
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	2.7	0.37
Double-1 single glass in each window-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	3.1	0.32
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.8	0.36
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.6	0.38
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.3	0.43
<b>Metallic frame with thermal cut-vertical</b>				
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame with thermal cut-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	5.4	0.19
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.5	0.22
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.1	0.24
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.6	0.28
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame with thermal cut-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.7	0.27
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.3	0.30
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.1	0.32
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.7	0.37
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	3.3	0.30
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.9	0.34
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.8	0.36
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.5	0.40
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	3	0.33
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.7	0.37

Tabela III.5. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame with thermal cut – vertical</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.6	0.38
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.3	0.43
<b>Plastic frame – vertical</b>				
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.9	0.20
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.1	0.24
Simple-simple glass-With high air permeability (Plastic frame-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.8	0.26
Simple-simple glass-With low air permeability (Plastic frame-vertical-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.3	0.30
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.2	0.31
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.9	0.34
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.7	0.37
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-vertical-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.4	0.42
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.7	0.37
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.5	0.40
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.3	0.43
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-vertical-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.1	0.48
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.5	0.40
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.3	0.43
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.2	0.45
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-vertical-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2	0.50
Double-1 single glass in each window-U <sub>w</sub> (Plastic frame-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.4	0.42
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Plastic frame-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.2	0.45
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Plastic frame-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.1	0.48
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Plastic frame-vertical)	Fixed,rotating or sliding	50-100	1.9	0.53
<b>Voids horizontal glazing</b>				

Tabela III.6. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Wood frame-upflow	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-Uw (Wood frame-upflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	6.41	0.16
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Wood frame-upflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	5.19	0.19
Simple-simple glass-With high air permeability (Wood frame-upflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.62	0.22
Simple-simple glass-With low air permeability (Wood frame-upflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.94	0.25
Simple-double glass-Uw (Wood frame-upflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.80	0.26
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-upflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.28	0.30
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-upflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.15	0.32
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-upflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.78	0.36
Simple-double glass-Uw (Wood frame-upflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	3.15	0.32
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-upflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.78	0.36
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-upflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.65	0.38
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-upflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.41	0.41
Simple-double glass-Uw (Wood frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.90	0.34
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.65	0.38
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.53	0.39
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.17	0.46
Double-1 single glass in each window-Uw (Wood frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.78	0.36
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Wood frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.53	0.39
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Wood frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.41	0.41
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Wood frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.17	0.46
<b>Metallic frame without thermal cut – upflow</b>				
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-0mm)	Fixed	0	7.89	0.13
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-0mm)	Fixed	0	6.09	0.16
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-0mm)	Fixed	0	5.49	0.18

Tabela III.7. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Metallic frame without thermal cut – upflow	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-0mm)	Fixed	0	4.48	0.22
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-0mm)	Rotating	0	8.24	0.12
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-0mm)	Rotating	0	6.25	0.16
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-0mm)	Rotating	0	5.64	0.18
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-0mm)	Rotating	0	4.62	0.22
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-0mm)	Sliding	0	8.78	0.11
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-0mm)	Sliding	0	6.57	0.15
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-0mm)	Sliding	0	5.94	0.17
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-0mm)	Sliding	0	4.90	0.20
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-6mm)	Fixed	6	4.62	0.22
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-6mm)	Fixed	6	3.94	0.25
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-6mm)	Fixed	6	3.67	0.27
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-6mm)	Fixed	6	3.15	0.32
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm)	Fixed	16	4.07	0.25
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm)	Fixed	16	3.54	0.28
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm)	Fixed	16	3.28	0.30
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm)	Fixed	16	2.90	0.34
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	3.54	0.28
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	3.15	0.32
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	2.90	0.34
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	2.53	0.39
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-6mm)	Rotating	6	5.19	0.19
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-6mm)	Rotating	6	4.34	0.23

Tabela III.8. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Metallic frame without thermal cut – upflow	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-6mm)	Rotating	6	3.94	0.25
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-6mm)	Rotating	6	3.41	0.29
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm)	Rotating	16	4.48	0.22
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm)	Rotating	16	3.80	0.26
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm)	Rotating	16	3.54	0.28
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm)	Rotating	16	3.03	0.33
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	4.21	0.24
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3.67	0.27
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3.41	0.29
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	2.90	0.34
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-6mm)	Sliding	6	5.49	0.18
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-6mm)	Sliding	6	4.62	0.22
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-6mm)	Sliding	6	4.21	0.24
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-6mm)	Sliding	6	3.54	0.28
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm)	Sliding	16	4.76	0.21
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm)	Sliding	16	4.07	0.25
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm)	Sliding	16	3.80	0.26
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm)	Sliding	16	3.28	0.30
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	4.34	0.23
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.80	0.26
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.54	0.28
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.03	0.33

Tabela III.9. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame without thermal cut – upflow</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Double-1 single glass in each window-Uw (Metallic frame without thermal cut-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	3.54	0.28
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	3.15	0.32
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.90	0.34
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.53	0.39
<b>Metallic frame with thermal cut-upflow</b>				
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-upflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	6.89	0.15
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-upflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	5.49	0.18
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-upflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.90	0.20
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-upflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.53	0.39
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-upflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.29	0.44
Simple-double glass-Uw (Plastic frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.78	0.36
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.53	0.39
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.41	0.41
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-upflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.17	0.46
Double-1 single glass in each window-Uw (Plastic frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.65	0.38
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Plastic frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.41	0.41
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Plastic frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.29	0.44
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Plastic frame-upflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.06	0.49
<b>Frame of wood-downflow</b>				
Simple-simple glass-Uw (Frame of woof-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.24	0.24
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Frame of woof-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.67	0.27
Simple-simple glass-With high air permeability (Frame of woof-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.37	0.30

Tabela III.10. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Frame of wood-downflow	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-With low air permeability (Frame of wood-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	2.99	0.33
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Frame of wood-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.92	0.34
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Frame of wood-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.60	0.38
Simple-double glass-With high air permeability (Frame of wood-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.52	0.40
Simple-double glass-With low air permeability (Frame of wood-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.27	0.44
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Frame of wood-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.52	0.40
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Frame of wood-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.27	0.44
Simple-double glass-With high air permeability (Frame of wood-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.19	0.46
Simple-double glass-With low air permeability (Frame of wood-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.02	0.49
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Frame of wood-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.36	0.42
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Frame of wood-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.19	0.46
Simple-double glass-With high air permeability (Frame of wood-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.11	0.47
Simple-double glass-With low air permeability (Frame of wood-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	1.85	0.54
Double-1 single glass in each window-U <sub>w</sub> (Frame of wood-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.27	0.44
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Frame of wood-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.11	0.47
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Frame of wood-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.02	0.49
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Frame of wood-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	1.85	0.54
<b>Metallic frame without thermal cut - downflow</b>				
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	4.84	0.21
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	4.10	0.24
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	3.81	0.26
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	3.30	0.30



Tabela III.11. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame without thermal cut - downflow</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	4.97	0.20
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	4.17	0.24
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	3.89	0.26
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	3.37	0.30
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	5.16	0.19
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	4.30	0.23
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	4.03	0.25
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	3.52	0.28
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-6mm)	Fixed	6	3.37	0.30
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-6mm)	Fixed	6	2.99	0.33
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-6mm)	Fixed	6	2.84	0.35
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Frame of woof-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.19	0.46
Simple-double glass-With high air permeability (Frame of woof-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.11	0.47
Simple-double glass-With low air permeability (Frame of woof-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	1.85	0.54
Double-1 single glass in each window-U <sub>w</sub> (Frame of woof-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.27	0.44
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Frame of woof-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.11	0.47
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Frame of woof-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.02	0.49
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Frame of woof-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	1.85	0.54
<b>Metallic frame without thermal cut – downflow</b>				
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	4.84	0.21
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	4.10	0.24
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	3.81	0.26

Tabela III.12. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame without thermal cut – downflow</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-0mm)	Fixed	0	3.30	0.30
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	4.97	0.20
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	4.17	0.24
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	3.89	0.26
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-rotating-0mm)	Rotating	0	3.37	0.30
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	5.16	0.19
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	4.30	0.23
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	4.03	0.25
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-0mm)	Sliding	0	3.52	0.28
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-6mm)	Fixed	6	3.37	0.30
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-6mm)	Fixed	6	2.99	0.33
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-fixed-6mm)	Fixed	6	2.84	0.35
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-6mm)	Sliding	6	3.15	0.32
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-6mm)	Sliding	6	2.76	0.36
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm)	Sliding	16	3.45	0.29
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm)	Sliding	16	3.07	0.33
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm)	Sliding	16	2.92	0.34
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm)	Sliding	16	2.60	0.38
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.22	0.31
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	2.92	0.34
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	2.76	0.36

Tabela III.13. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame without thermal cut – downflow</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	2.44	0.41
Double-1 single glass in each window-Uw (Metallic frame without thermal cut-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.76	0.36
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.52	0.40
Double-1 single glass in each window-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.36	0.42
Double-1 single glass in each window-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.11	0.47
<b>Metallic frame with thermal cut-downflow</b>				
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.44	0.23
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.81	0.26
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.52	0.28
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.15	0.32
Simple-double glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.22	0.31
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.92	0.34
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.76	0.36
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.44	0.41
Simple-double glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.92	0.34
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.60	0.38
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.52	0.40
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.27	0.44
Simple-double glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.68	0.37
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.44	0.41
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.36	0.42
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.11	0.47

Tabela III.14. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Plastic frame-downflow	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.10	0.24
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.52	0.28
Simple-simple glass-With high air permeability (Plastic frame-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	3.30	0.30
Simple-simple glass-With low air permeability (Plastic frame-downflow-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	2.92	0.34
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.84	0.35
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.60	0.38
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.44	0.41
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-downflow-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.19	0.46
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.44	0.41
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.27	0.44
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.11	0.47
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-downflow-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	1.94	0.52
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.27	0.44
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.11	0.47
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.02	0.49
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-downflow-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	1.85	0.54
Double-1 single glass in each window-U <sub>w</sub> (Plastic frame-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.19	0.46
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Plastic frame-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.02	0.49
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Plastic frame-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	1.94	0.52
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Plastic frame-downflow)	Fixed,rotating or sliding	50-100	1.77	0.57
<b>Wood frame- low e glasses</b>				
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Wood frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	7.35	0.14
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Wood frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	5.80	0.17

Tabela III.15. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Wood frame- low e glasses	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-With high air permeability (Wood frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	5.09	0.20
Simple-simple glass-With low air permeability (Wood frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.27	0.23
Simple-double glass-Uw (Wood frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	4.11	0.24
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.51	0.28
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.37	0.30
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.94	0.34
Simple-double glass-Uw (Wood frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	3.37	0.30
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.94	0.34
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.80	0.36
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.53	0.39
Simple-double glass-Uw (Wood frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	3.08	0.32
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Wood frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.80	0.36
Simple-double glass-With high air permeability (Wood frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.67	0.37
Simple-double glass-With low air permeability (Wood frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.27	0.44
Double-1 single glass in each window-Uw (Wood frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.94	0.34
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Wood frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.67	0.37
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Wood frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.53	0.39
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Wood frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.27	0.44
<b>Metallic frame without thermal cut -low e glasses</b>				
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-0mm)	Fixed	0	9.38	0.11
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-0mm)	Fixed	0	6.94	0.14
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-0mm)	Fixed	0	6.16	0.16

Tabela III.16. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame without thermal cut -low e glasses</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-0mm)	Fixed	0	4.92	0.20
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-0mm)	Rotating	0	9.87	0.10
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-0mm)	Rotating	0	7.14	0.14
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-0mm)	Rotating	0	6.35	0.16
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-0mm)	Rotating	0	5.09	0.20
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-0mm)	Sliding	0	10.66	0.09
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-0mm)	Sliding	0	7.56	0.13
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-0mm)	Sliding	0	6.74	0.15
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-0mm)	Sliding	0	5.44	0.18
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-6mm)	Fixed	6	5.09	0.20
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-6mm)	Fixed	6	4.27	0.23
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-6mm)	Fixed	6	3.96	0.25
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-6mm)	Fixed	6	3.37	0.30
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm)	Fixed	16	4.43	0.23
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm)	Fixed	16	3.81	0.26
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm)	Fixed	16	3.51	0.28
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm)	Fixed	16	3.08	0.32
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	3.81	0.26
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	3.37	0.30
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	3.08	0.32
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-fixed-16mm low e)	Fixed	16 low e	2.67	0.37

Tabela III.17. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Metallic frame without thermal cut -low e glasses	Window type	Air gap (mm)	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	R <sub>measure_Window</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-6mm)	Rotating	6	5.80	0.17
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-6mm)	Rotating	6	4.76	0.21
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-6mm)	Rotating	6	4.27	0.23
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-6mm)	Rotating	6	3.66	0.27
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm)	Rotating	16	4.92	0.20
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm)	Rotating	16	4.11	0.24
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm)	Rotating	16	3.81	0.26
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm)	Rotating	16	3.22	0.31
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	4.59	0.22
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3.96	0.25
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3.66	0.27
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-rotating-16mm low e)	Rotating	16 low e	3.08	0.32
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-6mm)	Sliding	6	6.16	0.16
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-6mm)	Sliding	6	5.09	0.20
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-6mm)	Sliding	6	4.59	0.22
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-6mm)	Sliding	6	3.81	0.26
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm)	Sliding	16	5.26	0.19
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm)	Sliding	16	4.43	0.23
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm)	Sliding	16	4.11	0.24
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm)	Sliding	16	3.51	0.28
Simple-double glass-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	4.76	0.21

Tabela III.18. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame without thermal cut -low e glasses</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>Uw [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R_measure_Window (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	4.11	0.24
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.81	0.26
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses-sliding-16mm low e)	Sliding	16 low e	3.22	0.31
Double-1 single glass in each window-Uw (Metallic frame without thermal cut-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	3.81	0.26
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Metallic frame without thermal cut-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	3.37	0.30
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	3.08	0.32
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Metallic frame without thermal cut-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.67	0.37
<b>Metallic frame with thermal cut-low e glasses</b>				
Simple-simple glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	7.99	0.13
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	6.16	0.16
Simple-simple glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	5.44	0.18
Simple-simple glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.59	0.22
Simple-double glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	4.76	0.21
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	4.11	0.24
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.81	0.26
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.22	0.31
Simple-double glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	4.11	0.24
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	3.51	0.28
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	3.37	0.30
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.94	0.34
Simple-double glass-Uw (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	3.66	0.27



Tabela III.19. Bases de dados com os tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

<b>Metallic frame with thermal cut -low e glasses</b>	<b>Window type</b>	<b>Air gap (mm)</b>	<b>U<sub>w</sub> [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>R<sub>measure_Window</sub> (m<sup>2</sup>.°C/W)</b>
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	3.22	0.31
Simple-double glass-With high air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	3.08	0.32
Simple-double glass-With low air permeability (Metallic frame with thermal cut-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.67	0.37
<b>Plastic frame-low e glasses</b>				
Simple-simple glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	6.94	0.14
Simple-simple glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	5.44	0.18
Simple-simple glass-With high air permeability (Plastic frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.92	0.20
Simple-simple glass-With low air permeability (Plastic frame-low e glasses-0mm)	Fixed,rotating or sliding	0	4.11	0.24
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.96	0.25
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.51	0.28
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	3.22	0.31
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-low e glasses-6mm)	Fixed,rotating or sliding	6	2.80	0.36
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	3.22	0.31
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.94	0.34
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.67	0.37
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-low e glasses-16mm)	Fixed,rotating or sliding	16	2.40	0.42
Simple-double glass-U <sub>w</sub> (Plastic frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.94	0.34
Simple-double glass-Opaque inner curtain (Plastic frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.67	0.37
Simple-double glass-With high air permeability (Plastic frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.53	0.39
Simple-double glass-With low air permeability (Plastic frame-low e glasses-16mm low e)	Fixed,rotating or sliding	16 low e	2.27	0.44
Double-1 single glass in each window-U <sub>w</sub> (Plastic frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.80	0.36
Double-1 single glass in each window- Opaque inner curtain (Plastic frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.53	0.39
Double-1 single glass in each window- With high air permeability (Plastic frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.40	0.42
Double-1 single glass in each window- With low air permeability (Plastic frame-low e glasses)	Fixed,rotating or sliding	50-100	2.14	0.47











Tabela III.25. Bases de dados com os impactes ambientais associados aos tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03







Tabela III.28. Bases de dados com os impactes ambientais associados aos tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02

Tabela III.29. Bases de dados com os impactes ambientais associados aos tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
9.65E-01	1.30E+02	1.04E-05	6.82E-01	4.20E-02	3.21E-01	2.32E+03	2.41E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03

















Tabela III.37. Bases de dados com os impactos ambientais associados aos tipos de janelas existentes na ferramenta (cont.)

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
3.14E+00	4.77E+02	3.35E-05	2.09E+00	1.57E-01	7.90E-01	7.22E+03	1.06E+03
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02
2.35E+00	2.45E+02	1.06E-05	1.29E+00	6.56E-02	4.45E-01	5.63E+03	2.29E+02

## Anexo IV. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo dos ganhos solares na estação de arrefecimento

Tabela IV.1. Base de dados dos tipos de vidros e proteções dos mesmos existentes no programa

Glass composition	$g_{vi}$	Glass composition	$g_{vi}$
Simple glass		Colorless refletante 4 to 8mm+Colorless 4 to 8mm	0.52
Colorless 4mm	0.88	Colored refletante in the mass 4 to 5mm+Colorless 4 to 8mm	0.4
Colorless 5mm	0.87	Colored refletante in the mass 6 to 8mm+Colorless 4 to 8mm	0.35
Colorless 6mm	0.85	Glass brick	0.57
Colorless 8mm	0.82	Matte 4 to 8mm+Matte 4mm	0.78
Colored in the mass 4mm	0.7	Matte 4 to 8mm+Matte 5mm	0.75
Colored in the mass 5mm	0.65	<b>Type of protection</b>	<b><math>g_{Tvc}</math></b>
Colored in the mass 6mm	0.6	Simple glass-Outdoor protection	0
Colored in the mass 8mm	0.5	Home wood-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0.04
Colorless refletante 4 to 8mm	0.6	Wooden slatted shutter-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0.05
Colored refletante in the mass 4 to 5mm	0.5	Blinds of metal or plastic rulers-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0.07
Colored refletante in the mass 6 to 8mm	0.45	Venetian blinds of veneers-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0
Matte 4mm	0.88	Venetian blinds of metal blades-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0
Matte 5mm	0.87	Opaque canvas-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0.07
Matte 6mm	0.85	Untransparent canvas-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0.14
Matte 8mm	0.82	Very transparent canvas-Clear (Simple glass-outdoor protection)	0.21
Double glazing (ext+int)		Home wood-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.07
Colorless 4 to 8mm+Colorless 4mm	0.78	Wooden slatted shutter-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.08
Colorless 4 to 8mm+Colorless 5mm	0.75	Blinds of metal or plastic rulers-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.1
Colored in the mass 4mm+Colorless 4 to 8mm	0.6	Venetian blinds of veneers-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.11
Colored in the mass 5mm+Colorless 4 to 8mm	0.55	Venetian blinds of metal blades-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.14
Colored in the mass 6mm+Colorless 4 to 8mm	0.5	Opaque canvas-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.09
Colored in the mass 8mm+Colorless 4 to 8mm	0.45	Untransparent canvas-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.17
		Very transparent canvas-Average (Simple glass-outdoor protection)	0.23

Tabela IV.2. Base de dados dos tipos de vidros e proteções dos mesmos existentes no programa (cont.)

Type of protection	$g_{Tvc}$	Type of protection	$g_{Tvc}$
Home wood-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0.09	Wooden slatted shutter-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0.07
Wooden slatted shutter-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0.1	Blinds of metal or plastic rulers-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0.09
Blinds of metal or plastic rulers-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0.13	Venetian blinds of veneers-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0
Venetian blinds of veneers-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0	Venetian blinds of metal blades-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0
Venetian blinds of metal blades-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0	Opaque canvas-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0.08
Opaque canvas-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0.12	Untransparent canvas-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0.14
Untransparent canvas-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0.19	Very transparent canvas-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0.2
Very transparent canvas-Dark (Simple glass-outdoor protection)	0.25	Simple glass-Interior protection	0
Double glazing-Outdoor protection	0	Shades of blades-Clear (Simple glass-interior protection)	0.45
Home wood-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0.03	Blackout curtains-Clear (Simple glass-interior protection)	0.33
Wooden slatted shutter-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0.04	Slightly transparent curtains-Clear (Simple glass-interior protection)	0.36
Blinds of metal or plastic rulers-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0.04	Transparent curtains-Clear (Simple glass-interior protection)	0.38
Venetian blinds of veneers-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0	Very transparent curtains-Clear (Simple glass-interior protection)	0.7
Venetian blinds of metal blades-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0	Opaque shutters-Clear (Simple glass-interior protection)	0.3
Opaque canvas-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0.04	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Untransparent canvas-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0.1	Protection between two glass: venetian blinds, thin sections-Clear (Simple glass-interior protection)	0
Very transparent canvas-Clear (Double glazing-outdoor protection)	0.16	Shades of blades-Average (Simple glass-interior protection)	0.56
Home wood-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.05	Blackout curtains-Average (Simple glass-interior protection)	0.44
Wooden slatted shutter-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.05	Slightly transparent curtains-Average (Simple glass-interior protection)	0.46
Blinds of metal or plastic rulers-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.07	Transparent curtains-Average (Simple glass-interior protection)	0.48
Venetian blinds of veneers-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.08	Very transparent curtains-Average (Simple glass-interior protection)	0
Venetian blinds of metal blades-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.09	Opaque shutters-Average (Simple glass-interior protection)	0.4
Opaque canvas-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.06	Blinds-Average (Simple glass-interior protection)	0.45
Untransparent canvas-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.12	Protection between two glass: venetian blinds, thin sections-Average (Simple glass-interior protection)	0
Very transparent canvas-Average (Double glazing-outdoor protection)	0.18	Shades of blades-Dark (Simple glass-interior protection)	0.65
Home wood-Dark (Double glazing-outdoor protection)	0.06	Blackout curtains-Dark (Simple glass-interior protection)	0.54

Tabela IV.3. Base de dados dos tipos de vidros e proteções dos mesmos existentes no programa (cont.)

Type of protection	$g_{Tvc}$
Slightly transparent curtains-Dark (Simple glass-interior protection)	0.56
Transparent curtains-Dark (Simple glass-interior protection)	0.58
Very transparent curtains-Dark (Simple glass-interior protection)	0
Opaque shutters-Dark (Simple glass-interior protection)	0.5
Blinds-Dark (Simple glass-interior protection)	0.57
Protection between two glass: venetian blinds, thin sections-Dark (Simple glass-interior protection)	0
Double glazing-Interior protection	0
Shades of blades-Clear (Double glazing-interior protection)	0.47
Blackout curtains-Clear (Double glazing-interior protection)	0.37
Slightly transparent curtains-Clear (Double glazing-interior protection)	0.38
Transparent curtains-Clear (Double glazing-interior protection)	0.39
Very transparent curtains-Clear (Double glazing-interior protection)	0.63
Opaque shutters-Clear (Double glazing-interior protection)	0.35
Blinds-Clear (Double glazing-interior protection)	0.4
Protection between two glass: venetian blinds, thin sections-Clear (Double glazing-interior protection)	0.28
Shades of blades-Average (Double glazing-interior protection)	0.59

Type of protection	$g_{Tvc}$
Blackout curtains-Average (Double glazing-interior protection)	0.46
Slightly transparent curtains-Average (Double glazing-interior protection)	0.47
Transparent curtains-Average (Double glazing-interior protection)	0.48
Very transparent curtains-Average (Double glazing-interior protection)	0
Opaque shutters-Average (Double glazing-interior protection)	0.46
Blinds-Average (Double glazing-interior protection)	0.55
Protection between two glass: venetian blinds, thin sections-Average (Double glazing-interior protection)	0.34
Shades of blades-Dark (Double glazing-interior protection)	0.69
Blackout curtains-Dark (Double glazing-interior protection)	0.55
Slightly transparent curtains-Dark (Double glazing-interior protection)	0.56
Transparent curtains-Dark (Double glazing-interior protection)	0.58
Very transparent curtains-Dark (Double glazing-interior protection)	0
Opaque shutters-Dark (Double glazing-interior protection)	0.58
Blinds-Dark (Double glazing-interior protection)	0.65
Protection between two glass: venetian blinds, thin sections-Dark (Double glazing-interior protection)	0.4

Tabela IV.4. Base de dados do fator de sombreamento do horizonte existentes no programa

Orientation	$F_h$ - Partial shading correction factor for the horizon
East/West	1.00
South	1.00
North	1.00
Northeast	1.00

Orientation	$F_h$ - Partial shading correction factor for the horizon
Southwest	1.00
Southeast	1.00
Northwest	1.00

Tabela IV.5. Base de dados do fator de sombreamento por elementos horizontais existentes no programa

Orientation	Overhang angle	F <sub>0</sub> - Partial shading correction factor for overhang
Northeast	0° to 39° lat.	1.00
Northeast	30° to 39° lat.	0.86
Northeast	45° to 39° lat.	0.78
Northeast	60° to 39° lat.	0.70
Northeast	0° to 33° lat.	1.00
Northeast	30° to 33° lat.	0.84
Northeast	45° to 33° lat.	0.76
Northeast	60° to 33° lat.	0.68
Northeast	Doesn't exist	0.00
East	0° to 39° lat.	1.00
East	30° to 39° lat.	0.75
East	45° to 39° lat.	0.64
East	60° to 39° lat.	0.55
East	0° to 33° lat.	1.00
East	30° to 33° lat.	0.74
East	45° to 33° lat.	0.63
East	60° to 33° lat.	0.55
East	Doesn't exist	0.00
Southeast	0° to 39° lat.	1.00
Southeast	30° to 39° lat.	0.68
Southeast	45° to 39° lat.	0.57
Southeast	60° to 39° lat.	0.50
Southeast	0° to 33° lat.	1.00
Southeast	30° to 33° lat.	0.69
Southeast	45° to 33° lat.	0.60
Southeast	60° to 33° lat.	0.54
Southeast	Doesn't exist	0.00
West	0° to 39° lat.	1.00
West	30° to 39° lat.	0.75
West	45° to 39° lat.	0.64
West	60° to 39° lat.	0.55
West	0° to 33° lat.	1.00
West	30° to 33° lat.	0.74
West	45° to 33° lat.	0.63
West	60° to 33° lat.	0.55
Southwest	0° to 39° lat.	1.00
Southwest	30° to 39° lat.	0.68
Southwest	45° to 39° lat.	0.57
Southwest	60° to 39° lat.	0.50
Southwest	0° to 33° lat.	1.00
Southwest	30° to 33° lat.	0.69
Southwest	45° to 33° lat.	0.60
Southwest	60° to 33° lat.	0.54
Southwest	Doesn't exist	0.00
South	0° to 39° lat.	1.00
South	30° to 39° lat.	0.63
South	45° to 39° lat.	0.55
South	60° to 39° lat.	0.52
South	0° to 33° lat.	1.00
South	30° to 33° lat.	0.68
South	45° to 33° lat.	0.62
South	60° to 33° lat.	0.60
South	Doesn't exist	0.00
Southeast	60° to 33° lat.	0.54

Tabela IV.6. Base de dados do fator de sombreamento por elementos horizontais existentes no programa (cont.)

Orientation	Overhang angle	F <sub>0</sub> - Partial shading correction factor for overhang
West	Doesn't exist	0.00
Northwest	0° to 39° lat.	1.00
Northwest	30° to 39° lat.	0.86
Northwest	45° to 39° lat.	0.78
Northwest	60° to 39° lat.	0.70
Northwest	0° to 33° lat.	1.00
Northwest	30° to 33° lat.	0.84
Northwest	45° to 33° lat.	0.76
Northwest	60° to 33° lat.	0.68

Northwest	Doesn't exist	0.00
Orientation	Overhang angle	F <sub>0</sub> - Partial shading correction factor for overhang
North	0° to 39° lat.	1.00
North	30° to 39° lat.	0.98
North	45° to 39° lat.	0.97
North	60° to 39° lat.	0.94
North	0° to 33° lat.	1.00
North	30° to 33° lat.	0.97
North	45° to 33° lat.	0.95
North	60° to 33° lat.	0.92
North	Doesn't exist	0.00

Tabela IV.7. Base de dados do fator de sombreamento por elementos verticais existentes no programa

Orientation	Fin angle	F <sub>F</sub> - Partial shading correction factor for fins
Northeast	0°-Left	1.00
Northeast	30°-Left	1.00
Northeast	45°-Left	1.00
Northeast	60°-Left	1.00
Northeast	0°-Right	1.00
Northeast	30°-Right	0.86
Northeast	45°-Right	0.78
Northeast	60°-Right	0.69
Northeast	0°-Left and Right	1.00
Northeast	30°-Left and Right	0.86
Northeast	45°-Left and Right	0.78
Northeast	60°-Left and Right	0.69
Northeast	Doesn't exist	0.00

Orientation	Fin angle	F <sub>F</sub> - Partial shading correction factor for fins
East	0°-Left	1.00
East	30°-Left	0.96
East	45°-Left	0.96
East	60°-Left	0.95
East	0°-Right	1.00
East	30°-Right	0.95
East	45°-Right	0.93
East	60°-Right	0.88
East	0°-Left and Right	1.00
East	30°-Left and Right	0.91
East	45°-Left and Right	0.89
East	60°-Left and Right	0.84
East	Doesn't exist	0.00



Tabela IV.8. Base de dados do fator de sombreamento por elementos verticais existentes no programa (cont.)

Orientation	Fin angle	F <sub>r</sub> Partial shading correction factor for fins	Orientation	Fin angle	F <sub>r</sub> Partial shading correction factor for fins
Southeast	0°-Left	1.00	Southwest	30°-Left	0.96
Southeast	30°-Left	0.91	Southwest	45°-Left	0.95
Southeast	45°-Left	0.85	Southwest	60°-Left	0.93
Southeast	60°-Left	0.77	Southwest	0°-Right	1.00
Southeast	0°-Right	1.00	Southwest	30°-Right	0.91
Southeast	30°-Right	0.96	Southwest	45°-Right	0.85
Southeast	45°-Right	0.95	Southwest	60°-Right	0.77
Southeast	60°-Right	0.93	Southwest	0°-Left and Right	1.00
Southeast	0°-Left and Right	1.00	Southwest	30°-Left and Right	0.87
Southeast	30°-Left and Right	0.87	Southwest	45°-Left and Right	0.81
Southeast	45°-Left and Right	0.81	Southwest	60°-Left and Right	0.72
Southeast	60°-Left and Right	0.72	Southwest	Doesn't exist	0.00
Southeast	Doesn't exist	0.00	West	0°-Left	1.00
South	0°-Left	1.00	West	30°-Left	0.95
South	30°-Left	0.91	West	45°-Left	0.93
South	45°-Left	0.87	West	60°-Left	0.88
South	60°-Left	0.84	West	0°-Right	1.00
South	0°-Right	1.00	West	30°-Right	0.96
South	30°-Right	0.91	West	45°-Right	0.96
South	45°-Right	0.87	West	60°-Right	0.95
South	60°-Right	0.84	West	0°-Left and Right	1.00
South	0°-Left and Right	1.00	West	30°-Left and Right	0.91
South	30°-Left and Right	0.83	West	45°-Left and Right	0.89
South	45°-Left and Right	0.76	West	60°-Left and Right	0.84
South	60°-Left and Right	0.71	West	Doesn't exist	0.00
South	Doesn't exist	0.00	Northwest	0°-Left	1.00
Southwest	0°-Left	1.00	Northwest	30°-Left	0.86

Tabela IV.9. Base de dados do fator de sombreamento por elementos verticais existentes no programa (cont.)

Orientation	Fin angle	$F_F$ Partial shading correction factor for fins
Northwest	45°-Left	0.78
Northwest	60°-Left	0.69
Northwest	0°-Right	1.00
Northwest	30°-Right	1.00
Northwest	45°-Right	1.00
Northwest	60°-Right	1.00
Northwest	0°-Left and Right	1.00
Northwest	30°-Left and Right	0.86
Northwest	45°-Left and Right	0.78
Northwest	60°-Left and Right	0.69
Northwest	Doesn't exist	0.00
North	0°-Left	1.00

Orientation	Fin angle	$F_F$ Partial shading correction factor for fins
North	30°-Left	1.00
North	45°-Left	1.00
North	60°-Left	1.00
North	0°-Right	1.00
North	30°-Right	1.00
North	45°-Right	1.00
North	60°-Right	1.00
North	0°-Left and Right	1.00
North	30°-Left and Right	1.00
North	45°-Left and Right	1.00
North	60°-Left and Right	1.00
North	Doesn't exist	0.00

Tabela IV.10. Base de dados da fração do tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados existentes no programa

Orientation	$F_{mv}$
Horizontal	0.90
Northeast	0.40
East	0.60
Southeast	0.70
South	0.60

Orientation	$F_{mv}$
Southwest	0.70
West	0.60
Northwest	0.40
North	0.00

Tabela IV.11. Base de dados da orientação do vão envidraçado dependendo do tipo de vidro existentes no programa

Orientation	$F_{w,v}$
Northeast-Simple flat glass	0.90
East-Simple flat glass	0.90
Southeast-Simple flat glass	0.90
South-Simple flat glass	0.80

Orientation	$F_{w,v}$
Southwest-Simple flat glass	0.90
West-Simple flat glass	0.90
Northwest-Simple flat glass	0.90

Tabela IV.12. Base de dados da orientação do vão envidraçado dependendo do tipo de vidro existentes no programa (cont.)

Orientation	$F_{w,v}$
North-Simple flat glass	0.85
Northeast-Double flat glass	0.85
East-Double flat glass	0.85
Southeast-Double flat glass	0.85
South-Double flat glass	0.75

Orientation	$F_{w,v}$
Southwest-Double flat glass	0.85
West-Double flat glass	0.85
Northwest-Double flat glass	0.85
North-Double flat glass	0.8

## Anexo V. Parâmetros inseridos no programa para a produção de AQS

Tabela V.1. Base de dados dos tipos de edifícios e parâmetros correspondentes para o cálculo da produção de AQS existentes na metodologia

Type of activity	$V_{w.f.day}$ (l/unit/day)	f (unit)
Dwelling	1.18	Floor area (m <sup>2</sup> )
Accommodation	28	Number of beds
Health establishment without accommodation	10	Number of beds
Health establishment with accommodation – without laundry	55	Number of beds
Health establishment with accommodation – with laundry	88	Number of beds
Education	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account
Offices	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account
Theatres and lecture theatres	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account
Shops	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account
Catering, 2 meals per day. Traditional cuisine	21	Number of guests per meal
Catering, 2 meals per day. Self service	8	Number of guests per meal
Catering, 1 meal per day. Traditional cuisine	10	Number of guests per meal
Catering, 1 meal per day. Self service	4	Number of guests per meal
Hotel, 1-star, without laundry	56	Number of beds
Hotel, 1-star, with laundry	70	Number of beds
Hotel, 2-star, without laundry	76	Number of beds
Hotel, 2-star, with laundry	90	Number of beds
Hotel, 3-star, without laundry	97	Number of beds
Hotel, 3-star, with laundry	111	Number of beds
Hotel, 4-star and GC, without laundry	118	Number of beds
Hotel, 4-star and GC, with laundry	132	Number of beds
Sports establishment	101	Number of showers installed
Storage	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account
Industry	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account
Transport	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account
Other	Hot water requirements not taken into account	Hot water requirements not taken into account

## Anexo VI. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo das necessidades de energia global primária para o modo de aquecimento

Tabela VI.1. Base de dados da eficiência energética dos sistemas de aquecimento bem como da eficiência energética dos sistemas de aquecimento apenas no caso em que se verifica a existência de um equipamento que combina a eletricidade com outro tipo de energia, existentes no programa

Description	Energy efficiency	
	$e_{g,h}$	$e_{g,e,h}$
B_NC-Boiler,non-condensing-poor	1.92	0.00
B_C-Boiler,condensing-poor	1.31	0.00
B_WP-Wood-pellets boiler-poor	2.12	0.00
G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-poor	1.27	0.00
G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-poor	1.17	0.00
G_SH-Gas-fired space heater-poor	1.5	0.00
E_Immersion-Electric immersion heater-poor	1.08	0.00
E-Direct electric heat generator-poor	1.25	0.00
HP_Air-Heat pump,heat source external air-poor	0.5	0.00
HP_Ground-Heat pump,heat source ground-poor	0.52	0.00
HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-poor	0.36	0.00
Stove-Stove-poor	2.96	0.00
OpenFire-Open fire-poor	4.44	0.00
TS-District heating transfer station-poor	1.34	0.00
CHP-Combined heat and power generation-poor	1.67	3.33
Solat-Thermal solar plant-poor	0.00	0.00
B_NC-Boiler,non-condensing-medium	1.36	0.00
B_C-Boiler,condensing-medium	1.13	0.00
B_WP-Wood-pellets boiler-medium	1.52	0.00
G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-medium	1.24	0.00

Description	Energy efficiency	
	$e_{g,h}$	$e_{g,e,h}$
G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-medium	1.13	0.00
G_SH-Gas-fired space heater-medium	1.41	0.00
E_Immersion-Electric immersion heater-medium	1.03	0.00
E-Direct electric heat generator-medium	1.02	0.00
HP_Air-Heat pump,heat source external air-medium	0.37	0.00
HP_Ground-Heat pump,heat source ground-medium	0.31	0.00
HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-medium	0.33	0.00
Stove-Stove-medium	1.92	0.00
OpenFire-Open fire-medium	3.39	0.00
TS-District heating transfer station-medium	1.13	0.00
CHP-Combined heat and power generation-medium	1.67	3.33
Solat-Thermal solar plant-medium	0.00	0.00
B_NC-Boiler,non-condensing-high	1.13	0.00
B_C-Boiler,condensing-high	1.06	0.00
B_WP-Wood-pellets boiler-high	1.31	0.00
G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-high	1.20	0.00
G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-high	1.10	0.00
G_SH-Gas-fired space heater-high	1.29	0.00
E_Immersion-Electric immersion heater-high	1.00	0.00
E-Direct electric heat generator-high	1.00	0.00
.HP_Air-Heat pump,heat source external air-high	0.30	0.00
HP_Ground-Heat pump,heat source ground-high	0.21	0.00

Tabela VI.2. Base de dados da eficiência energética dos sistemas de aquecimento bem como da eficiência energética dos sistemas de aquecimento apenas no caso em que se verifica a existência de um equipamento que combina a eletricidade com outro tipo de energia, existentes na metodologia (cont.)

Description	Energy efficiency	
	$e_{g,h}$	$e_{g,el,h}$
HP_ExtAir-Heat pump,heat source exhaust air-high	0.31	0.00
Stove-Stove-high	1.40	0.00
OpenFire-Open fire-high	2.44	0.00
TS-District heating transfer station-high	1.06	0.00

Description	Energy efficiency	
	$e_{g,h}$	$e_{g,el,h}$
TS-District heating transfer station-high	1.06	0.00
CHP-Combined heat and power generation-high	1.67	3.33
Solat-Thermal solar plant-high	0.00	0.00
Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela VI.3. Base de dados da perda de calor eficaz anual do sistema de distribuição de aquecimento ambiente por  $m^2$  de área existente no programa

Description	Energy efficiency	$q_{d,h}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)
	D-Decentral system-poor	0.00
C_Int-Central heating,all pipes inside of thermal envelope-poor	21.40	
C_Ext-Central heating,fraction of pipeline outside of thermal envelope-poor	39	
D-Decentral system-medium	0.00	
C_Int-Central heating,all pipes inside of thermal envelope-medium	6.50	

Description	Energy efficiency	$q_{d,h}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)
	C_Ext-Central heating,fraction of pipeline outside of thermal envelope-medium	13
D-Decentral system-high	0.00	
C_Int-Central heating,all pipes inside of thermal envelope-high	1.70	
C_Ext-Central heating,fraction of pipeline outside of thermal envelope-high	3.10	

Tabela VI.4. Base de dados da perda de calor eficaz anual do armazenamento do sistema de aquecimento por  $m^2$  de área existente no programa

Description	Energy efficiency	$q_{s,h}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)
	No heat storage-poor	0.00
BS-Buffer storage-poor	15.9	
No heat storage-medium	0.00	

Description	Energy efficiency	$q_{s,h}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)
	BS-Buffer storage-medium	6.50
No heat storage-high	0.00	
BS-Buffer storage-high	2.20	

Tabela VI.5. Base de dados do consumo anual de energia auxiliar dos sistemas de aquecimento existentes no programa

	$Q_{del,h,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)		$Q_{del,h,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
D-Decentral system,no distribution ducts available-poor	0.00	C-Central heating,distribution by pipeline-medium	3.60
C-Central heating,distribution by pipeline-poor	8.90	D-Decentral system,no distribution ducts available-high	0.00
D-Decentral system,no distribution ducts available-medium	0.00	C-Central heating,distribution by pipeline-high	0.90

## Anexo VII. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo das necessidades de energia global primária para o modo de arrefecimento

Tabela VII.1. Base de dados da eficiência energética dos sistemas de arrefecimento existentes no programa

Description	e <sub>g,c</sub> Energy efficiency	Description	e <sub>g,c</sub> Energy efficiency
Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,31 and 0)	0.31	Split and Multisplit system with exterior exchange water-efficiency energy E (This parâmetro must be between 0,34 and 0,38)	0.38
Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,31 and 0,32)	0.32	Split and Multisplit system with exterior exchange water-efficiency energy F (This parâmetro must be between 0,38 and 0,43)	0.43
Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,32 and 0,35)	0.35	Split and Multisplit system with exterior exchange water-efficiency energy G (This parâmetro must be between 0,43 and 0,45)	0.45
Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,35 and 0,37)	0.37	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy A (This parâmetro must be between 0,23 and 0)	0.23
Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,37 and 0,4)	0.4	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy B (This parâmetro must be between 0,23 and 0,24)	0.24
Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,4 and 0,43)	0.43	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy C (This parâmetro must be between 0,24 and 0,25)	0.25
Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,43 and 0,45)	0.45	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy D (This parâmetro must be between 0,25 and 0,27)	0.27
Split, Multisplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,33 and 0)	0.33	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy E (This parâmetro must be between 0,27 and 0,30)	0.30
Split, Multisplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)	0.34	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy F (This parâmetro must be between 0,30 and 0,33)	0.33
Split, Multisplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,34 and 0,37)	0.37	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy G (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)	0.34
Split, Multisplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,37 and 0,40)	0.40	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,33 and 0)	0.33
Split, Multisplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,40 and 0,43)	0.43	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)	0.34
Split, Multisplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,43 and 0,48)	0.48	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,34 and 0,37)	0.37
Split, Multisplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,48 and 0,50)	0.5	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,37 and 0,40)	0.40
Split and Multisplit system with exterior exchange water-efficiency energy A (This parâmetro must be between 0,28 and 0)	0.28	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,40 and 0,43)	0.43
Split and Multisplit system with exterior exchange water-efficiency energy B (This parâmetro must be between 0,28 and 0,29)	0.29	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,43 and 0,48)	0.48
Split and Multisplit system with exterior exchange water-efficiency energy C (This parâmetro must be between 0,29 and 0,31)	0.31		
Split and Multisplit system with exterior exchange water-efficiency energy D (This parâmetro must be between 0,31 and 0,34)	0.34		



Tabela VII.2. Base de dados da eficiência energética dos sistemas de arrefecimento existentes no programa (cont.)

	$e_{g,c}$		$e_{g,c}$
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,48 and 0,5)	0.5	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)	0.45
Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,23 and 0)	0.23	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)	0.48
Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,23 and 0,24)	0.24	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,20 and 0)	0.20
Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,24 and 0,25)	0.25	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,20 and 0,21)	0.21
Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,25 and 0,27)	0.27	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,21 and 0,22)	0.22
Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,27 and 0,3)	0.30	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,22 and 0,25)	0.25
Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,3 and 0,33)	0.33	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,25 and 0,27)	0.27
Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)	0.34	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,27 and 0,31)	0.31
Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)	0.32	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,31 and 0,33)	0.33
Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)	0.33	Doesn't exist	0.00
Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)	0.36		
Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)	0.38		
Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)	0.42		

## Anexo VIII. Base de dados dos parâmetros necessários para o cálculo das necessidades de energia global primária para a produção de AQS

Tabela VIII.1. Base de dados da eficiência de recuperação de calor de ventilação bem como a utilização anual de energia elétrica auxiliar existentes no programa

Description	$\eta_{ve,rec}$	$Q_{del,ve,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	Description	$\eta_{ve,rec}$	$Q_{del,ve,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)
	Energy efficiency			Energy efficiency	
Exh-exhaust air system-Poor	0.00	1.70	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-Medium	0.90	2.60
Bal-balanced ventilation system-Poor	0.00	3.30	Exh-exhaust air system-High	0.00	1.20
Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-Poor	0.62	5.30	Bal-balanced ventilation system-High	0.00	1.50
Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-Poor	0.90	2.60	Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-High	0.83	2.00
Exh-exhaust air system-Medium	0.00	1.30	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-High	0.9	2.6
Bal-balanced ventilation system-Medium	0.00	2.20			
Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-Medium	0.73	2.60			

Tabela VIII.2. Base de dados da eficiência energética de cada sistema de produção de AQS bem como a eficiência energética dos sistemas de produção de AQS apenas no caso em que se verifica a existência de um equipamento que combina a eletricidade com outro tipo de energia, existentes no programa

Description	$e_{g,w}$	$e_{g,el,w}$	Description	$e_{g,w}$	$e_{g,el,w}$
	Energy efficiency			Energy efficiency	
B_NC-Boiler,non-condensing-poor	2.49	0.00	E_Immersion-Electric immersion heater-poor	1.52	0.00
B_C-Boiler,condensing-poor	1.56	0.00	E-Direct electric heat generator, not specified-poor	1.19	0.00
B_WP-Wood-pellets boiler-poor	1.76	0.00	HP_Air-Heat pump,heat source external air-poor	0.65	0.00
G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-poor	1.96	0.00	HP_Ground-Heat pump,heat source ground-poor	0.35	0.00
G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-poor	1.27	0.00	HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-poor	0.32	0.00
G_Tank-Gas burner for firectly heated dhw tank-poor	1.28	0.00	HP_Cellar-Heat pump,heat source:cellar air-poor	0.37	0.00

Tabela VIII.3. Base de dados da eficiência energética de cada sistema de produção de AQS bem como a eficiência energética dos sistemas de produção de AQS apenas no caso em que se verifica a existência de um equipamento que combina a eletricidade com outro tipo de energia, existentes no programa (cont.)

Description	$e_{g,w}$	$e_{g,el,w}$
	Energy efficiency	
TS-District heating transfer station-poor	1.81	0.00
CHP-Combined heat and power generation-poor	1.54	3.33
Solar-Thermal solar plant-poor	0.00	0.00
B_NC-Boiler,non-condensing-medium	1.41	0.00
B_C-Boiler,condensing-medium	1.19	0.00
B_WP-Wood-pellets boiler-medium	1.40	0.00
G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-medium	1.34	0.00
G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-medium	1.22	0.00
G_Tank-Gas burner for firectly heated dhw tank-medium	1.23	0.00
E_Immersion-Electric immersion heater-medium	1.1	0.00
E-Direct electric heat generator, not specified-medium	1.04	0.00
HP_Air-Heat pump,heat source external air-medium	0.44	0.00
HP_Ground-Heat pump,heat source ground-medium	0.30	0.00
HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-medium	0.31	0.00
HP_Cellar-Heat pump,heat source:cellar air-medium	0.34	0.00
TS-District heating transfer station-medium	1.22	0.00
CHP-Combined heat and power generation-medium	1.39	3.33

Description	$e_{g,w}$	$e_{g,el,w}$
	Energy efficiency	
Solar-Thermal solar plant-medium	0.00	0.00
B_NC-Boiler,non-condensing-high	1.14	0.00
B_C-Boiler,condensing-high	1.08	0.00
B_WP-Wood-pellets boiler-high	1.24	0.00
G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-high	1.23	0.00
G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-high	1.17	0.00
G_Tank-Gas burner for firectly heated dhw tank-high	1.11	0.00
E_Immersion-Electric immersion heater-high	1.03	0.00
E-Direct electric heat generator, not specified-high	1.02	0.00
HP_Air-Heat pump,heat source external air-high	0.38	0.00
HP_Ground-Heat pump,heat source ground-high	0.26	0.00
HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-high	0.3	0.00
HP_Cellar-Heat pump,heat source:cellar air-high	0.31	0.00
TS-District heating transfer station-high	1.10	0.00
CHP-Combined heat and power generation-high	1.28	3.33
Solar-Thermal solar plant-high	0.00	0.00
Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela VIII.4. Base de dados da perda de calor anual dos sistemas de armazenamento de água quente por m<sup>2</sup> de área bem como a perda de calor recuperável dos sistemas de armazenamento por m<sup>2</sup> de área, existentes no programa

Description	q <sub>s,w</sub>	q <sub>s,w,h</sub>
	(kWh/m <sup>2</sup> a)	(kWh/m <sup>2</sup> a)
S_D-Decentral electric hot water storage-poor	6.70	2.80
S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-poor	31.20	24.50
S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-poor	10.20	0.00
S_Gas-Directly gas heated hot water storage-poor	18.40	0.00
S_D-Decentral electric hot water storage-medium	3.10	1.60
S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-medium	5.80	2.80
S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-medium	4.30	0.00

Description	q <sub>s,w</sub>	q <sub>s,w,h</sub>
	(kWh/m <sup>2</sup> a)	(kWh/m <sup>2</sup> a)
S_Gas-Directly gas heated hot water storage-medium	14.20	0.00
S_D-Decentral electric hot water storage-high	1.30	1.60
S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-high	0.90	2.80
S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-high	0.90	0.00
S_Gas-Directly gas heated hot water storage-high	8.20	0.00
Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela VIII.5. Base de dados da perda de calor anual dos sistemas de distribuição de água quente por m<sup>2</sup> de área bem como a perda de calor recuperável dos sistemas de distribuição por m<sup>2</sup> de área, existentes no programa

Description	q <sub>d,w</sub>	q <sub>d,w,h</sub>
	(kWh/m <sup>2</sup> a)	(kWh/m <sup>2</sup> a)
D-Decentral dhw system-poor	4.50	2.00
C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-poor	9.70	2.40
C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-poor	12.70	3.60
C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-poor	20.30	3.60
C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-poor	35.00	7.90
D-Decentral dhw system-medium	3.10	1.10
C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-medium	4.40	1.10

Description	q <sub>d,w</sub>	q <sub>d,w,h</sub>
	(kWh/m <sup>2</sup> a)	(kWh/m <sup>2</sup> a)
C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-medium	7.80	1.70
C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-medium	7.30	1.40
C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-medium	15.70	2.50
D-Decentral dhw system-high	1.60	1.10
C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-high	2.10	1.10
C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-high	3.30	1.70

Tabela VIII.6. Base de dados da perda de calor anual dos sistemas de distribuição de água quente por m<sup>2</sup> de área bem como a perda de calor recuperável dos sistemas de distribuição por m<sup>2</sup> de área, existentes no programa

Description	Q <sub>d,w</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	Q <sub>d,w,h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)
	Energy efficiency	
C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-high	2.10	1.40
C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-high	5.70	2.50

Description	Q <sub>d,w</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	Q <sub>d,w,h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)
	Energy efficiency	
Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela VIII.7. Base de dados do consumo anual de energia auxiliar para os sistemas de produção de AQS existentes no programa

Description	Q <sub>del,w,aux</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)
	Energy efficiency
D-Decentral dhw system-poor	0.00
C_NoCirc-Central dhw system,no circulation-poor	1.90
C_Circ-Central dhw system with circulation-poor	3.20
C_NoCirc_Sol-Central dhw system with solar thermal system,no circulation-poor	1.90
C_Circ_Sol-Central dhw system with solar thermal system and circulation-poor	3.90
D-Decentral dhw system-medium	0.00
C_NoCirc-Central dhw system,no circulation-medium	0.40
C_Circ-Central dhw system with circulation-medium	1.40

Description	Q <sub>del,w,aux</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)
	Energy efficiency
C_NoCirc_Sol-Central dhw system with solar thermal system,no circulation-medium	1.10
C_Circ_Sol-Central dhw system with solar thermal system and circulation-medium	2.40
D-Decentral dhw system-high	0.00
C_NoCirc-Central dhw system,no circulation-high	0.10
C_Circ-Central dhw system with circulation-high	0.70
C_NoCirc_Sol-Central dhw system with solar thermal system,no circulation-high	0.70
C_Circ_Sol-Central dhw system with solar thermal system and circulation-high	1.30
Doesn't exist	0.00

## Anexo IX. Base de dados com os tipos de energia e fatores de energia primária para o cálculo da necessidade de energia global primária para o modo de aquecimento, arrefecimento e produção de AQS

Tabela IXI.1. Base de dados dos tipos de energia e fatores de energia primária para o cálculo da necessidade de energia global primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS, existentes no programa

<u>Code Sys_EC1;Code Sys_EC2;Code Sys_EC3</u>	Code of energy carrier for systems	$f_{p,total}$	$f_{p,nonren}$	$f_{CO_2}$
Gas	Natural gas-prEN15603	1.35	1.35	330
Gas_E	Natural gas E-prEN15603	1.35	1.35	330
Gas_LL	Natural gas LL-prEN15603	1.35	1.35	330
Gas_Liquid	Liquid gas-prEN15603	1.35	1.35	330
Gas-REH	Natural gas-REH	1.00	1.00	202
Gas_E-REH	Natural gas E-REH	1.00	1.00	202
Gas_LL-REH	Natural gas LL-REH	1.00	1.00	202
Gas_Liquid-REH	Liquid gas-REH	1.00	1.00	202
Oil	Heating oil-prEN15603	1.36	1.36	277
Oil-REH	Heating oil-REH	1.00	1.00	0.00
Coal	Coal-prEN15603	0.00	0.00	0.00
Coal_Hard	Hard coal-prEN15603	0.00	0.00	0.00
Coal_Lignite	Lignite coal-prEN15603	0.00	0.00	0.00
Coal-REH	Coal-REH	1.00	1.00	0.00
Coal_Hard-REH	Hard coal-REH	1.00	1.00	0.00
Coal_Lignite-REH	Lignite coal-REH	1.00	1.00	0.00
Bio	Biomass-prEN15603	1.06	0.06	4
Bio_FW	Firewood-prEN15603	1.06	0.06	4
Bio_WP	Wood pellets-prEN15603	1.06	0.06	4
Bio_WC	Wood chips-prEN15603	1.06	0.06	4
Bio_Other	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEN15603	1.06	0.06	4

Tabela IX.2. Base de dados dos tipos de energia e fatores de energia primária para o cálculo da necessidade de energia global primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS, existentes no programa (cont.)

<u>Code Sys EC1:Code Sys EC2:Code Sys EC3</u>	Code of energy carrier for systems	$f_{p,total}$	$f_{p,nonren}$	$f_{CO2}$
Bio-REH	Biomass-REH	1.00	1.00	0.00
Bio_FW-REH	Firewood-REH	1.00	1.00	0.00
Bio_WP-REH	Wood pellets-REH	1.00	1.00	0.00
Bio_WC-REH	Wood chips-REH	1.00	1.00	0.00
Bio_Other-REH	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH	1.00	1.00	0.00
El	Electricity-prEN15603	3.31	3.14	617
El_OP	Off-peak electricity-prEN15603	3.31	3.14	617
El-Prod	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603	3.31	3.14	617
El-REH	Electricity-REH	2.50	2.50	144
DH	District heating-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Gas_NoCHP	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Gas_CHP33	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Gas_CHP67	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Gas_CHP100	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Oil_NoCHP	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Oil_CHP33	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Oil_CHP67	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Oil_CHP100	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603	0.00	0.00	0.00

Tabela IX.3. Base de dados dos tipos de energia e fatores de energia primária para o cálculo da necessidade de energia global primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS, existentes no programa (cont.)

<u>Code Sys EC1;Code Sys EC2;Code Sys EC3</u>	<u>Code of energy carrier for systems</u>	$f_{p,total}$	$f_{p,nonren}$	$f_{CO_2}$
DH_Coal_NoCHP	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Coal_CHP33	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Coal_CHP67	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Coal_CHP100	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Bio_NoCHP	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Bio_CHP33	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Bio_CHP67	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
DH_Bio_CHP100	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603	0.00	0.00	0.00
Diesel_Oil-REH	Diesel_Oil-REH	0.00	0.00	267
Channeled_GPL-REH	Channeled_GPL-REH	0.00	0.00	170
Bottles_GPL-REH	Bottles_GPL-REH	0.00	0.00	170
Other	Other energy carriers	0.00	0.00	0.00
-	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)	0.00	0.00	0.00



## Anexo X. Parâmetros e resultados obtidos no objeto de estudo do rés-do-chão

Tabela X.1. Características gerais do edifício

Fraction	
AC <sub>ref</sub> (m <sup>2</sup> )	61.8
h <sub>room</sub> (m)	2.5
Typology	T2

Tabela X.2. Características geométricas dos elementos construtivos do edifício

Element	Geometric features	Border conditions with external environment	
	A (m <sup>2</sup> )	R <sub>add</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	b <sub>tr</sub>
Roof_1	0.00	0.00	1.00
Roof_2	0.00	0.00	1.00
Wall_1	20.21	0.00	1.00
Wall_2	14.08	0.00	1.00
Wall_3	24.34	0.00	1.00
Floor_1	61.80	0.00	1.00
Floor_2	0.00	0.00	1.00
Window_1	2.00		
Window_2	4.92		
Window_3	1.59		
Door_1	3.20		

Tabela X.3. Composição do elemento construtivo da parede 1

Wall_1	d <sub>i</sub> (m)	λ (W/m.°C)	R <sub>j</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )	Insulation (m)
Cement mortar	0.02	1.3	0.02	40	0
Cement mortar	0.02	1.3	0.02	40	0
Brick 20 cm			0.52	280	0

Tabela X.4. Composição do elemento construtivo da parede 1 (cont.)

Rse			0.04		
Rsi			0.13		
<b>Total</b>			<b>0.721</b>	<b>360</b>	<b>0</b>
<b>U (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>			<b>1.387</b>		

Tabela X.5. Composição do elemento construtivo da parede 2

Wall_2	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )	Insulation (m)
Cement mortar	0.02	1.3	0.02	40	0
Cement mortar	0.02	1.3	0.02	40	0
Brick 20 cm			0.52	280	0
Rse			0.04		
Rsi			0.13		
<b>Total</b>			<b>0.721</b>	<b>360</b>	<b>0</b>
<b>U (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>			<b>1.387</b>		

Tabela X.6. Composição do elemento construtivo da parede 3

Wall_3	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )	Insulation (m)
Cement mortar	0.02	1.3	0.02	40	0
Cement mortar	0.02	1.3	0.02	40	0
Brick 20 cm			0.52	280	0
Rse			0.04		

Tabela X.7. Composição do elemento construtivo da parede 3 (cont.)

Rsi			0.13		
Total			0.721	360	0
U (W/m <sup>2</sup> .°C)			1.387		

Tabela X.8. Composição do elemento construtivo do pavimento

Floor_1	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )	Insulation (m)
Cermamic tyles	0.008	1.3	0.01	18.4	0
Lightweight concrete block	0.08	1.3	0.06	160	0
Sand, Gravel , Pebble	0.2	2	0.10	400	0
Rse			0.13		
Rsi			0.17		
Total			0.468	578.4	0
U (W/m <sup>2</sup> .°C)			2.138		

Tabela X.9. Composição da porta

Door_1	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )
Semi - dense wood - brown	0.04	0.18	0.22	24
Rse			0.04	
Rsi			0.17	
Total			0.432	24
U (W/m <sup>2</sup> .°C)			2.314	

Tabela X.10. Composição do elemento construtivo da janela 1

Window_1	Window type	Air gap (mm)	Uw [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Rj_Window_1 (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding		5.10	0.20

Tabela X.11. Composição do elemento construtivo da janela 2

Window_2	Window type	Air gap (mm)	Uw [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Rj_Window_2 (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding		5.10	0.20

Tabela X.12 Composição do elemento construtivo da janela 3

Window_3	Window type	Air gap (mm)	Uw [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Rj_Window_3 (m <sup>2</sup> .°C/W)
Simple-simple glass-Uw (Wood frame-vertical)	Fixed, rotating or sliding		5.10	0.20

Tabela X.13. Composição do elemento construtivo da parede 1 após reabilitação

Wall_1	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Thermal resistance of element without insulation, in case that existing insulation is removed during refurbishment R_before (m <sup>2</sup> .°C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )
Polystyrene expandable EPS	0.1	0.04	2.50	2.50	2
Rse			0	0.04	
Rsi			0	0.13	
<b>Total</b>			<b>2.500</b>	<b>2.670</b>	<b>2</b>
<b>U (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>			<b>0.400</b>		

Tabela X.14. Impactes ambientais afetos ao material adicionado ao elemento construtivo da parede 1 após reabilitação

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
1.69E+00	1.34E+02	0.00E+00	4.52E-01	2.71E-02	4.44E-02	3.44E+03	1.52E+01
<b>1.69E+00</b>	<b>1.34E+02</b>	<b>0.00E+00</b>	<b>4.52E-01</b>	<b>2.71E-02</b>	<b>4.44E-02</b>	<b>3.44E+03</b>	<b>1.52E+01</b>

Tabela X.15. Impactes ambientais afetos ao transporte do material adicionado ao elemento construtivo da parede 1 após reabilitação

Do you need transportation to the building element concerned?		Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Yes	20	1.48E-03	2.08E-01	3.25E-08	1.09E-03	3.43E-05	2.93E-04	3.54E+00	6.98E-02
		<b>1.48E-03</b>	<b>2.08E-01</b>	<b>3.25E-08</b>	<b>1.09E-03</b>	<b>3.43E-05</b>	<b>2.93E-04</b>	<b>3.54E+00</b>	<b>6.98E-02</b>

Tabela X.16. Composição do elemento construtivo da parede 2 após reabilitação

Wall_2	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m2.°C/W)	Thermal resistance of element without insulation, in case that existing insulation is removed during refurbishment R_before (m2°°C/W)	Mst (kg/m2)
Polystyrene expandable EPS	0.1	0.04	2.50	2.50	2

Tabela I.17 (cont.). Composição do elemento construtivo da parede 2 após reabilitação

Rse			0	0.04	
Rsi			0	0.13	
<b>Total</b>			<b>2.500</b>	<b>2.670</b>	<b>2</b>
<b>U (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>			<b>0.400</b>		

Tabela I.18. Impactes ambientais afetos ao material adicionado ao elemento construtivo da parede 2 após reabilitação

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
1.17E+00	9.35E+01	0.00E+00	3.15E-01	1.89E-02	3.09E-02	2.39E+03	1.06E+01
<b>1.17E+00</b>	<b>9.35E+01</b>	<b>0.00E+00</b>	<b>3.15E-01</b>	<b>1.89E-02</b>	<b>3.09E-02</b>	<b>2.39E+03</b>	<b>1.06E+01</b>

Tabela I.19. Impactes ambientais afetos ao transporte do material adicionado ao elemento construtivo da parede 2 após reabilitação

Do you need transportation to the building element concerned?		Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Yes	20	1.03E-03	1.45E-01	2.26E-08	7.59E-04	2.39E-05	2.04E-04	2.47E+00	4.86E-02
		<b>1.03E-03</b>	<b>1.45E-01</b>	<b>2.26E-08</b>	<b>7.54E-03</b>	<b>2.39E-05</b>	<b>2.04E-04</b>	<b>2.47E+00</b>	<b>4.86E-02</b>

Tabela X.20. Composição do elemento construtivo da parede 3 após reabilitação

Wall_3	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m <sup>2</sup> .°C/W)	Thermal resistance of element without insulation, in case that existing insulation is removed during refurbishment R_before (m <sup>2</sup> °C/W)	Mst (kg/m <sup>2</sup> )
Polystyrene expandable EPS	0.1	0.04	2.50	2.50	2
Rse			0	0.04	
Rsi			0	0.13	
<b>Total</b>			<b>2.500</b>	<b>2.670</b>	<b>2</b>
<b>U (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>			<b>0.400</b>		

Tabela X.21. Impactes ambientais afetos ao material adicionado ao elemento construtivo da parede 3 após reabilitação

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
2.03E+00	1.62E+02	0.00E+00	5.44E-01	3.26E-02	5.35E-02	4.14E+03	1.83E+01
<b>2.03E+00</b>	<b>1.62E+02</b>	<b>0.00E+00</b>	<b>5.44E-01</b>	<b>3.26E-02</b>	<b>5.35E-02</b>	<b>4.14E+03</b>	<b>1.83E+01</b>

Tabela X.22. Impactes ambientais afetos ao transporte do material adicionado ao elemento construtivo da parede 3 após reabilitação

Do you need transportation to the building element concerned?		Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Yes	20	1.78E-03	2.50E-01	3.91E-08	1.31E-03	4.13E-05	3.53E-04	4.27E+00	8.40E-02

Tabela X.23. Impactes ambientais afetos ao transporte do material adicionado ao elemento construtivo da parede 3 após reabilitação (cont.)

		1.78E-03	2.50E-01	3.91E-08	1.31E-03	4.13E-05	3.53E-04	4.27E+00	8.40E-02

Tabela X.24. Composição do elemento construtivo do pavimento após reabilitação

Floor_1	di (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	Rj (m2.°C/W)	Thermal resistance of element without insulation, in case that existing insulation is removed during refurbishment R_before (m²°C/W)	Mst (kg/m²)
Rock wool MW	0.08	0.04	2.00	2.00	3.2
Rse			0		
Rsi			0		
Total			2.000	2.000	3.2
U (W/m².°C)			0.500		

Tabela X.25. Impactes ambientais afetos ao material adicionado ao elemento construtivo do pavimento após reabilitação

Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
1.86E+00	2.13E+02	9.08E-06	1.62E+00	8.55E-02	3.51E-01	3.74E+03	1.66E+02
1.86E+00	2.13E+02	9.08E-06	1.62E+00	8.55E-02	3.51E-01	3.74E+03	1.66E+02



Tabela X.26. Impactes ambientais afetos ao transporte do material adicionado ao elemento construtivo do pavimento após reabilitação

Do you need transportation to the building element concerned?		Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Yes	20	7.22E-03	1.02E+00	1.59E-07	5.33E-03	1.68E-04	1.43E-03	1.73E+01	3.41E-01
		7.22E-03	1.02E+00	1.59E-07	5.33E-03	1.68E-04	1.43E-03	1.73E+01	3.41E-01

Tabela X.27. Características gerais do aquecimento

Place	Transmission	Transfer			
	$\Delta t_{br}$ (W/m <sup>2</sup> .°C)	Heating_Days (d)	Theta_e (°C)	Theta_i (°C)	Temperature reduction factor htr=1 W/m <sup>2</sup> .°C
Porto	0.1	251	13	18	0.9

Tabela X.28. Características gerais do aquecimento (cont.)

Transfer	Ventilation		Internal heat sources $\psi_i$ (W/m <sup>2</sup> )
Temperature reduction factor htr=4 W/m <sup>2</sup> .°C	n_air_infiltration (1/h)	n_air_use (1/h)	
0.8	0	0.4	4

Tabela X.29. Tabela auxiliar para o cálculo de  $F_{sh}$  no aquecimento

Auxiliary calculation $F_{sh}$							
Windows orientation	Horizon angle	$F_h$	Overhang angle	$F_0$	Fin angle	$F_f$	$F_{sh}$
East	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
South	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
West	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
North	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
Northeast	20° to 39° lat.	0.96	45° to 39° lat.	0.90	0°-Left and Right	1.00	0.86

Tabela X.30. Tabela auxiliar para o cálculo de  $F_{sh}$  no aquecimento (cont.)

Southwest	20° to 39° lat.	0.88	0° to 39° lat.	1.00	0°-Left and Right	1.00	0.88
Southwest	20° to 39° lat.	0.88	30° to 39° lat.	0.76	0°-Left and Right	1.00	0.67
Southeast	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
Northwest	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela X.31. Tabela principal para o cálculo dos ganhos solares no aquecimento

Windows orientation	Reduction factor			I_Sol (kWh)	Solar energy transmittance $g_{gl,n}$	
	A (m <sup>2</sup> )	External shading $F_{sh}$	Frame area fraction of the window $F_F$		Glass composition	$g_{gl,n}$
Window_Horizontal	0.00	0.00	0.65	933	Colorless 6mm	0.85
Window_East	0.00	0.00		567		
Window_South	0.00	0.00		907		
Window_West	0.00	0.00		568		
Window_North	0.00	0.00		173		
Window_Northeast	1.59	0.86		293		
Window_Southwest	2.00	0.88		806		
Window_Southwest	4.92	0.67		806		
Window_Southeast	0.00	0.00		806		
Window_Northwest	0.00	0.00		294		

Tabela X.32. Tabela auxiliar para o cálculo de  $F_{sh}$  no aquecimento após reabilitação

Auxiliary calculation $F_{sh}$	Windows orientation	Horizon angle	$F_h$	Overhang angle	$F_0$	Fin angle	$F_f$	$F_{sh}$
	East	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	South	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	West	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	North	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela X.33. Tabela auxiliar para o cálculo de  $F_{sh}$  no aquecimento após reabilitação (cont.)

Northeast	20° to 39° lat.	0.96	45° to 39° lat.	0.90	0°-Left and Right	1.00	0.86
Southwest	20° to 39° lat.	0.88	0° to 39° lat.	1.00	0°-Left and Right	1.00	0.88
Southwest	20° to 39° lat.	0.88	30° to 39° lat.	0.76	0°-Left and Right	1.00	0.67
Southeast	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
Northwest	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela X.34. Tabela principal para o cálculo dos ganhos solares no aquecimento após reabilitação

Windows orientation	A (m <sup>2</sup> )	Reduction factor			I_Sol (kWh)	Solar energy transmittance $g_{gl,n}$	
		Is your external shading different after rehabilitation?	External shading $F_{sh}$	Frame area fraction of the window $F_F$		Glass composition	$g_{gl,n}$
Window_Horizontal	0.00	No	0.00	0.65	933	Colorless 6mm	0.85
Window_East	0.00	No	0.00		567		
Window_South	0.00	No	0.00		907		
Window_West	0.00	No	0.00		568		
Window_North	0.00	No	0.00		173		
Window_Northeast	1.59	No	0.86		293		
Window_Southwest	2.00	No	0.88		806		
Window_Southwest	4.92	No	0.67		806		
Window_Southeast	0.00	No	0.00		806		
Window_Northwest	0.00	No	0.00		294		

Tabela X.35. Características gerais do arrefecimento

Place	Transmission	Transfer		
	$\Delta t_{br}$ (W/m <sup>2</sup> .°C)	Cooling_Days (d)	Theta_e (°C)	Theta_i (°C)
Porto	0.1	Begin	0.00	13
		After	0.00	

Tabela X.36. Características gerais do arrefecimento (cont.)

Transfer		Ventilation		Internal heat sources $\psi_i$ (W/m <sup>2</sup> )
Temperature reduction factor htr=1 W/m <sup>2</sup> .°C	Temperature reduction factor htr=4 W/m <sup>2</sup> .°C	n_air_infiltration (1/h)	n_air_use (1/h)	
0.9	0.8	0	2	4

Tabela X.37. Tabela auxiliar para o cálculo de  $F_{sh}$  no arrefecimento

Auxiliary calculation $F_{sh}$	Windows orientation	$F_h$	Overhang angle	$F_0$	Fin angle	$F_f$	$F_{sh}$
	East	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	South	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	West	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	North	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	Northeast	1.00	45° to 39° lat.	0.78	0°-Left and Right	1.00	0.78
	Southwest	1.00	0° to 39° lat.	1.00	0°-Left and Right	1.00	1.00
	Southwest	1.00	30° to 39° lat.	0.68	0°-Left and Right	1.00	0.68
	Southeast	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	Northwest	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela X.38. Tabela auxiliar para o cálculo do fator solar no arrefecimento

Auxiliary calculation $g_{gl,n}$	$F_{mv}$		$g_T$			
Orientation	$F_{mv}$	Glass composition	$g_{vi}$	Glass Type / Protections	Interior protection	$g_{Tve}$
East	0.6	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
South	0.6	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
West	0.6	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
North	0	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Northeast	0.4	Colorless 6mm	0.85	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35

Tabela X.39. Tabela auxiliar para o cálculo do fator solar no arrefecimento (cont.)

Southwest	0.7	Colorless 6mm	0.85	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Southeast	0.7	Colorless 6mm	0.85	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Northwest	0.4	Simple glass	0	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35

Tabela X.40. Tabela auxiliar para o cálculo do fator solar no arrefecimento (cont.)

$g_T$			$g_{Tp}$			
Outdoor protection	$g_{Tvc}$	$g_T$	Orientation	$F_{w,v}$	Glass composition	$g_{vi}$
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.35	Northeast-Double flat glass	0.85	Colorless 6mm	0.85
Simple glass-Outdoor protection		0.35	Southwest-Double flat glass	0.85	Colorless 6mm	0.85
Simple glass-Outdoor protection		0.35	Southwest-Double flat glass	0.85	Colorless 6mm	0.85
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Southwest-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00

Tabela X.41. Tabela auxiliar para o cálculo do fator solar no arrefecimento (cont.)

$g_{Tp}$	$g_{gl+n}$
$g_{Tp}$	
	0.00
	0.00
	0.00
	0.00
	0.00
	0.72
	0.72
	0.72
	0.00

Tabela X.42. Tabela principal para o cálculo dos ganhos solares no arrefecimento

Windows orientation	A (m <sup>2</sup> )	Reduction factor		I_Sol (kWh)	Solar energy transmittance
		External shading F <sub>sh</sub>	Frame area fraction of the window F <sub>F</sub>		g <sub>gl+n</sub>
Horizontal	0.00	0.00	0.65	933	0.00
East	0.00	0.00		567	0.00
South	0.00	0.00		907	0.00
West	0.00	0.00		568	0.00
North	0.00	0.00		173	0.00
Northeast	1.59	0.78		293	0.57
Southwest	2.00	1.00		806	0.46
Southwest	4.92	0.68		806	0.46
Southeast	0.00	0.00		806	0.46
Northwest	0.00	0.00		294	0.00

Tabela X.43. Tabela auxiliar para o cálculo de Fsh no arrefecimento após reabilitação

Auxiliary calculation F <sub>sh</sub>	Windows orientation	F <sub>h</sub>	Overhang angle	F <sub>0</sub>	Fin angle	F <sub>f</sub>	F <sub>sh</sub>
	East	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	South	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	West	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	North	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	Northeast	1.00	45° to 39° lat.	0.78	0°-Left and Right	1.00	0.78
	Southwest	1.00	0° to 39° lat.	1.00	0°-Left and Right	1.00	1.00
	Southwest	1.00	30° to 39° lat.	0.68	0°-Left and Right	1.00	0.68
	Southeast	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00
	Northwest	1.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	0.00

Tabela X.44 Tabela auxiliar para o cálculo do fator solar no arrefecimento após reabilitação

Auxiliary calculation $g_{gl,n}$		$g_T$				
$F_{mv}$		$g_T$				
Orientation	$F_{mv}$	Glass composition	$g_{vi}$	Glass Type / Protections	Interior protection	$g_{Tvc}$
East	0.60	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
South	0.60	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
West	0.60	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
North	0.00	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Northeast	0.40	Colorless 6mm	0.85	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Southwest	0.70	Colorless 6mm	0.85	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Southeast	0.70	Colorless 6mm	0.85	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35
Northwest	0.40	Simple glass	0.00	Interior protection-Simple glass	Blinds-Clear (Simple glass-interior protection)	0.35

Tabela X.45. Tabela auxiliar para o cálculo do fator solar no arrefecimento após reabilitação  
(cont.)

$g_T$			$g_{Tp}$			
Outdoor protection	$g_{Tvc}$	$g_T$	Orientation	$F_{w,v}$	Glass composition	$g_{vi}$
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00
Simple glass-Outdoor protection		0.35	Northeast-Double flat glass	0.85	Colorless 6mm	0.85
Simple glass-Outdoor protection		0.35	Northeast-Double flat glass	0.85	Colorless 6mm	0.85
Simple glass-Outdoor protection		0.35	Northeast-Double flat glass	0.85	Colorless 6mm	0.85
Simple glass-Outdoor protection		0.00	Northeast-Double flat glass	0.85	Simple glass	0.00

Tabela X.46. Tabela auxiliar para o cálculo do fator solar no arrefecimento após reabilitação (cont.)

$g_{Tp}$	$g_{gl,n}$
$g_{Tp}$	
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.72	0.57
0.72	0.46
0.72	0.46
0.00	0.00

Tabela X.48. Tabela principal para o cálculo dos ganhos solares no arrefecimento após reabilitação

Windows orientation	A (m <sup>2</sup> )	Reduction factor			I_Sol (kWh)	Solar energy transmittance $g_{gl,n}$	
		Is your external shading different after rehabilitation?	External shading $F_{sh}$	Frame area fraction of the window $F_F$		Is your solar energy transmittance different after rehabilitation?	$g_{gl,n}$
Horizontal	0.00	No	0.00	0.65	933	No	0.00
East	0.00	No	0.00		567	No	0.00
South	0.00	No	0.00		907	No	0.00
West	0.00	No	0.00		568	No	0.00
North	0.00	No	0.00		173	No	0.00
Northeast	1.59	No	0.78		293	No	0.57
Southwest	2.00	No	1.00		806	No	0.46
Southwest	4.92	No	0.68		806	No	0.46
Southeast	0.00	No	0.00		806	No	0.46
Northwest	0.00	No	0.00		294	No	0.00



Tabela X.49 Tabela principal para o cálculo dos ganhos opacos no arrefecimento

Opaque building elements	Dimensionless absorption coefficient for solar radiation of the opaque part		Rse (W/m <sup>2</sup> .°C)	I_Sol (kWh)	
	Color	A		Orientation	I_Sol (kWh)
Roof_1	Doesn't exist	0.00	0.04	Horizontal	933
Roof_2	Doesn't exist	0.00		Horizontal	933
Wall_1	Clear (white, cream, yellow, orange, light red)	0.40		Southwest	806
Wall_2	Clear (white, cream, yellow, orange, light red)	0.40		Southeast	806
Wall_3	Clear (white, cream, yellow, orange, light red)	0.4		Northeast	293

Tabela X.50. Características gerais da produção de AQS

Type of activity	V <sub>w,f,day</sub> (l/unit/day)	f (unit)	V <sub>w,day</sub> (m <sup>3</sup> /day)	θ <sub>w,del</sub> (°C)	θ <sub>w,o</sub> (°C)	Q <sub>w</sub> (MJ/year)	Q <sub>w</sub> (kWh/year)
Dwelling	1.18	61.8	0.07	60	25	3883.69	1078.80

Tabela X.51. Quadro resumo da energia utilizada em cada necessidade energética

Tipo de necessidade energética	Tipo de energia	Tipo de equipamento	Eficiência energética segundo o REH (2013)	Eficiência energética segundo a metodologia
Aquecimento	Eletricidade	Resistência elétrica	100%	1
Arrefecimento	Eletricidade	Unidade split, multissplit e VRF com permuta com ar	280%	0,37
Produção de AQS	Eletricidade	Termoacumulador	85%	1,17

Tabela X.52. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para o aquecimento

HEATING						
η <sub>ve,rec</sub>		Energyware types for heating systems			Fraction_SysH_G_2	Fraction_SysH_G_3
Description	Energy efficiency	Code_SysH_EC1	Code_SysH_EC2	Code_SysH_EC3		
Exh-exhaust air system-Poor	0.00	El-REH	-	-		

Tabela X.53. Tabela com os dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para o aquecimento (cont.)

HEATING					
e_g_H_Heat_1		e_g_H_Heat_2		e_g_H_Heat_3	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
E-Immersion-Electric immersion heater-high	1	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Tabela X.54. Tabela com os dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para o aquecimento (cont.)

HEATING							
e_g_H_Electricity_1		e_g_H_Electricity_2		e_g_H_Electricity_3		q <sub>s,h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
CHP-Combined heat and power generation-high	3.33	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	No heat storage-poor	0.00

Tabela X.55. Tabela com os dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para o aquecimento (cont.)

HEATING			
q <sub>d,h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)		q <sub>del,h,aux</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
D-Decentral system-poor	0.00	D-Decentral system,no distribution ducts available-poor	0.00

Tabela X.56. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para o arrefecimento

COOLING						
Energyware types for cooling systems			Fraction_SysC_G_2	Fraction_SysC_G_3	e_g_C_Cool_1	
Code_SysC_EC1	Code_SysC_EC2	Code_SysC_EC3			Description	Energy efficiency

Tabela X.57. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para o arrefecimento (cont.)

El-REH	-	-			Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,35 and 0,37)	0,37
--------	---	---	--	--	---	------

Tabela X.58. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para o arrefecimento (cont.)

COOLING			
e_g_C_Cool_2		e_g_C_Cool_3	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
Doesn't exist	0	Doesn't exist	0

Tabela X.59. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para a produção de AQS

DHW					
$Q_{del,ve,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)		$Q_{nd,w}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	Energyware types for dhw systems		
Description	Energy efficiency		Code_SysW_EC1	Code_SysW_EC2	Code_SysW_EC3
Exh-exhaust air system-Poor	0.00	17.46	El-REH	-	-

Tabela X.60. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para a produção de AQS (cont.)

DHW							
Fraction_SysW_G_2	Fraction_SysW_G_3	e_g_W_Heat_1		e_g_W_Heat_2		e_g_W_Heat_3	
		Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
		E_Immersion-Electric immersion heater-high	1.17	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Tabela X.61. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para a produção de AQS (cont.)

DHW							
e_g_W_Electricity_1		e_g_W_Electricity_2		e_g_W_Electricity_3		q <sub>s,w</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00	Doesn't exist	0.00

Tabela X.62. Dados necessários para a quantificação das necessidades globais de energia primária para a produção de AQS (cont.)

DHW							
q <sub>d,w</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)		q <sub>del,w,aux</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)		q <sub>s,w,h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)		q <sub>d,w,h</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	
Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency	Description	Energy efficiency
Doesn't exist	0	Doesn't exist	0	Doesn't exist	0	Doesn't exist	0

Tabela X.63. Fatores de energia primária para o aquecimento

HEATING							
Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for heating systems (kWh)						Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for auxiliary electricity to heating systems (kWh)	Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for electricity production to heating systems (kWh)
fp,total_SysH_EC1		fp,total_SysH_EC2		fp,total_SysH_EC3		fp,total_SysH_ElAux	fp,total_SysH_ElProd
Description	fp,total	Description	fp,total	Description	fp,total		
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00		

Tabela X.64. Fatores de energia primária não renovável para o aquecimento

HEATING				
Primary energy factor, only non-renewable energy for heating systems (kWh/kWh)			Primary energy factor, only non-renewable energy for auxiliary electricity to heating systems (kWh/kWh)	Primary energy factor, only non-renewable energy for electricity production to heating systems (kWh/kWh)
fp,nonren_SysH_EC1	fp,nonren_SysH_EC2	fp,nonren_SysH_EC3	fp,nonren_SysH_ElAux	fp,nonren_SysH_ElProd

Tabela X.65. Fatores de energia primária não renovável para o aquecimento (cont.)

Description	fp,nonren	Description	fp,nonren	Description	fp,nonren		
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00		

Tabela X.66. Fatores de emissão de carbono para o aquecimento

HEATING							
CO2 emission factor for heating systems (g/kWh)						CO2 emission factor for auxiliary electricity to heating systems (g/kWh)	CO2 emission factor for electricity production to heating systems (g/kWh)
fCO2_SysH_EC1		fCO2_SysH_EC2		fCO2_SysH_EC3		fCO2_SysW_EIAux	fCO2_SysW_EIProd
Description	fCO2	Description	fCO2	Description	fCO2		
EI-REH	144	-	0.00	-	0.00		

Tabela X.67. Preço da energia para o aquecimento

HEATING				
Price of the energy carrier for heating systems (€/kWh)			Price of the energy carrier for auxiliary electricity to heating systems (€/kWh)	Price of the energy carrier for electricity production to heating systems (€/kWh)
fp_SysH_EC1	fp_SysH_EC2	fp_SysH_EC3	fp_SysH_EIAux	fp_SysH_EIProd

Tabela X.68 Fatores de energia primária para o arrefecimento

COOLING					
Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for cooling systems (kWh)					
fp,total_SysC_EC1		fp,total_SysC_EC2		fp,total_SysC_EC3	
Description	fp,total	Description	fp,total	Description	fp,total
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00

Tabela X.69. Fatores de energia primária não renovável para o arrefecimento

COOLING					
Primary energy factor, only non-renewable energy for cooling systems (kWh/kWh)					
fp,nonren_SysC_EC1		fp,nonren_SysC_EC2		fp,nonren_SysC_EC3	
Description	fp,nonren	Description	fp,nonren	Description	fp,nonren
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00

Tabela X.70. Fatores de emissão de carbono para o arrefecimento

COOLING					
CO2 emission factor for cooling systems (g/kWh)					
fCO2_SysC_EC1		fCO2_SysC_EC2		fCO2_SysC_EC3	
Description	fCO2	Description	fCO2	Description	fCO2
EI-REH	144	-	0.00	-	0.00

Tabela X.71. Preço da energia para o arrefecimento

COOLING		
Price of the energy carrier for cooling systems (€/kWh)		
fp_SysC_EC1	fp_SysC_EC2	fp_SysC_EC3

Tabela X.72. Fatores de energia primária para a produção de AQS

DHW							
Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for dhw systems (kWh)						Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for auxiliary electricity to dhw systems (kWh)	Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for electricity production to dhw systems (kWh)
fp,total_SysW_EC1		fp,total_SysW_EC2		fp,total_SysW_EC3		fp,total_SysW_EIAux	fp,total_SysW_EIProd
Description	fp,total	Description	fp,total	Description	fp,total		

Tabela X.73. Fatores de energia primária para a produção de AQS (cont.)

EI-REH	2.5	-	0	-	0		
--------	-----	---	---	---	---	--	--

Tabela X.74. Fatores de energia primária não renovável para a produção de AQS

DHW							
Primary energy factor, only non-renewable energy for dhw systems (kWh/kWh)						Primary energy factor, only non-renewable energy for auxiliary electricity to dhw systems (kWh/kWh)	Primary energy factor, only non-renewable energy for electricity production to dhw systems (kWh/kWh)
fp.nonren_SysW_EC1		fp.nonren_SysW_EC2		fp.nonren_SysW_EC3		fp.nonren_SysW_EIAux	fp.nonren_SysW_EIProd
Description	fp.nonren	Description	fp.nonren	Description	fp.nonren		
EI-REH	2.50	-	0.00	-	0.00		

Tabela X.75. Fatores de emissão de carbono para a produção de AQS

DHW							
CO2 emission factor for dhw systems (g/kWh)						CO2 emission factor for auxiliary electricity to dhw systems (g/kWh)	CO2 emission factor for electricity production to dhw systems (g/kWh)
fCO2_SysW_EC1		fCO2_SysW_EC2		fCO2_SysW_EC3		fCO2_SysW_EIAux	fCO2_SysW_EIProd
Description	fCO2	Description	fCO2	Description	fCO2		
EI-REH	144	-	0.00	-	0.00		

Tabela X.76 Preço da energia para a produção de AQS

DHW				
Price of the energy carrier for dhw systems (€/kWh)			Price of the energy carrier for auxiliary electricity to dhw systems (€/kWh)	Price of the energy carrier for electricity production to dhw systems (€/kWh)
fp_SysW_EC1	fp_SysW_EC2	fp_SysW_EC3	fp_SysW_EIAux	fp_SysW_EIProd

## Anexo XI. Resultados obtidos no objeto de estudo do 1º andar

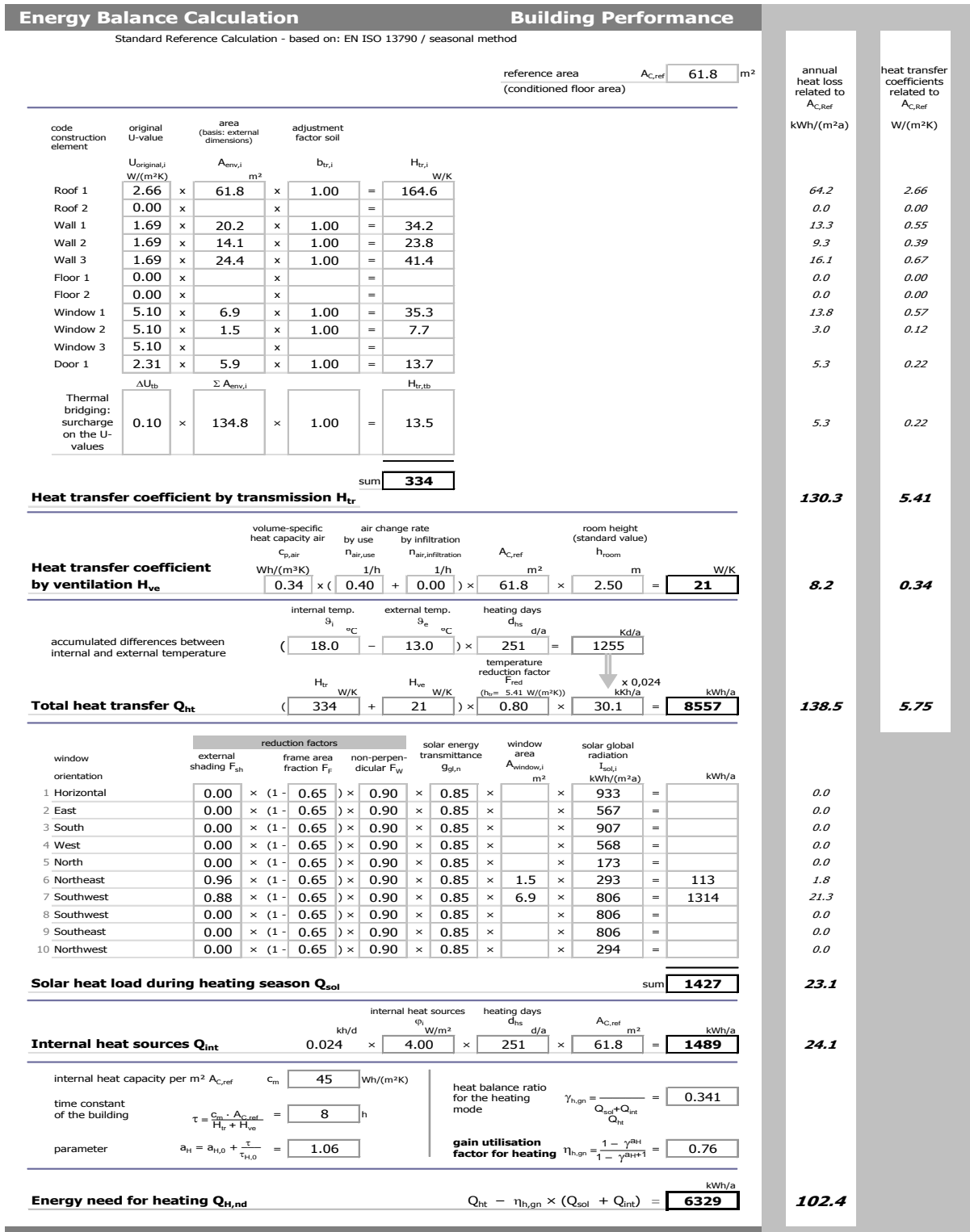


Figura XI.1 Necessidade energética de aquecimento na situação inicial



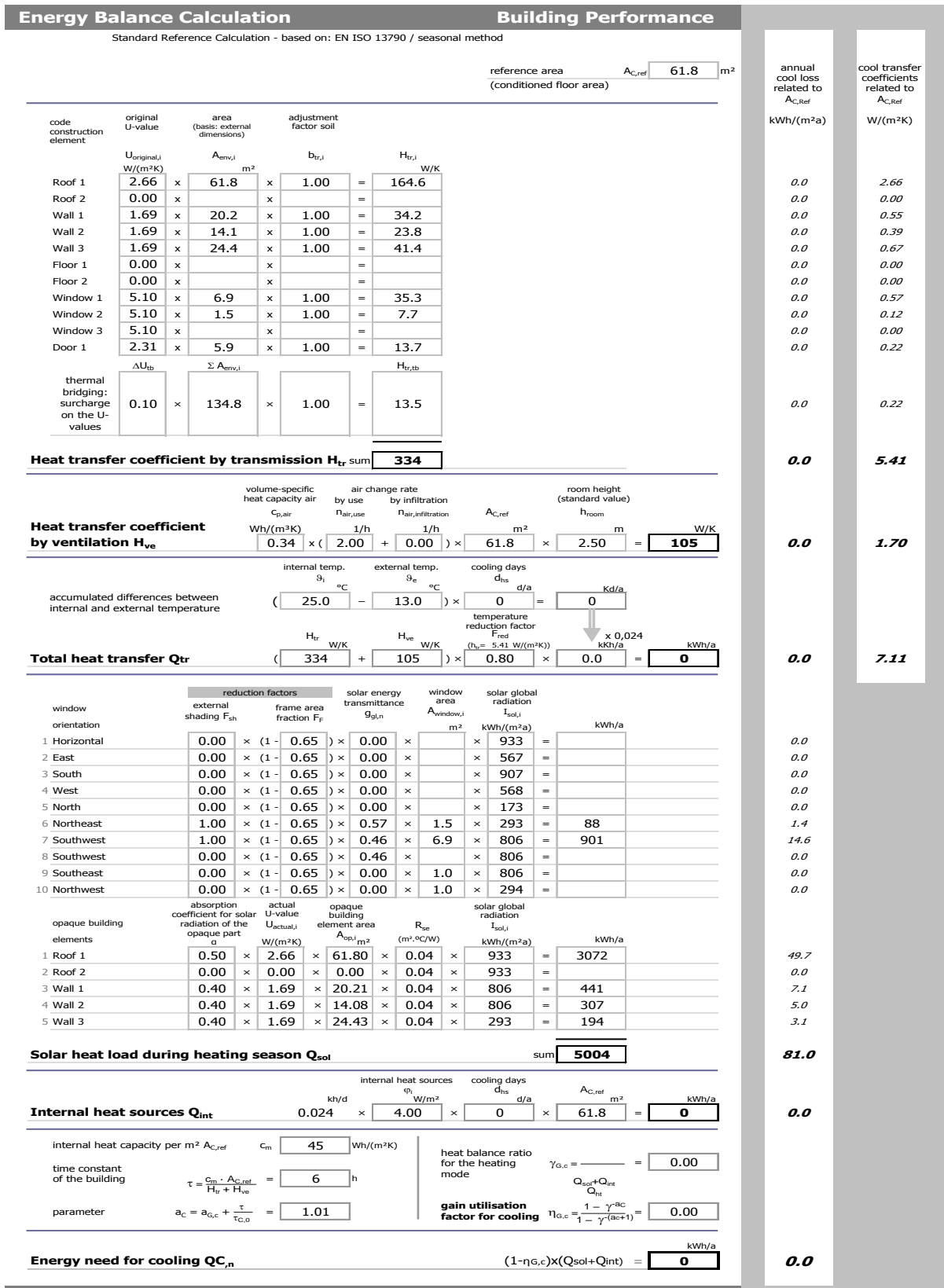


Figura XI.2. Necessidade energética de arrefecimento na situação inicial



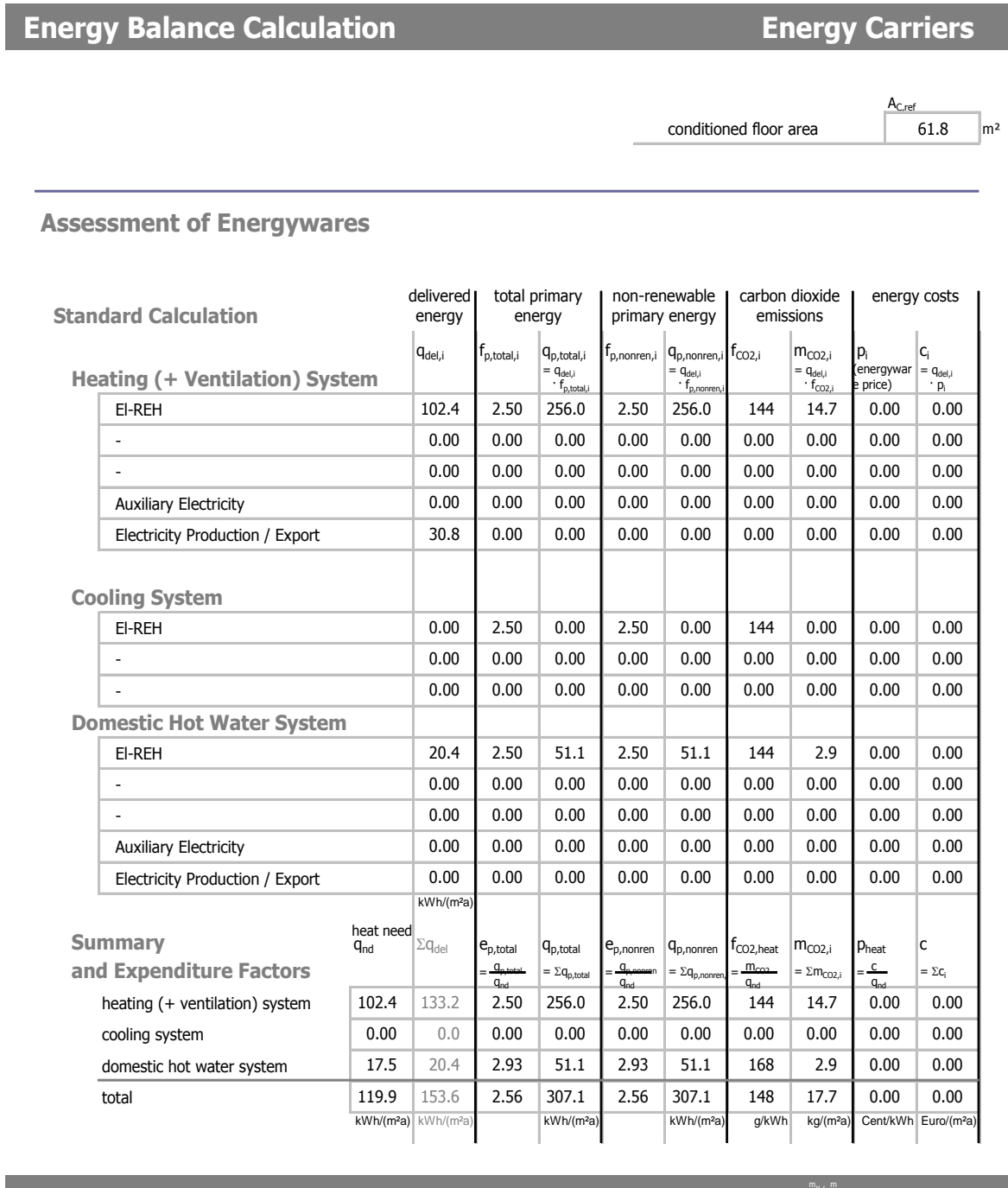


Figura XI.4. Necessidade de energia global primária na situação inicial

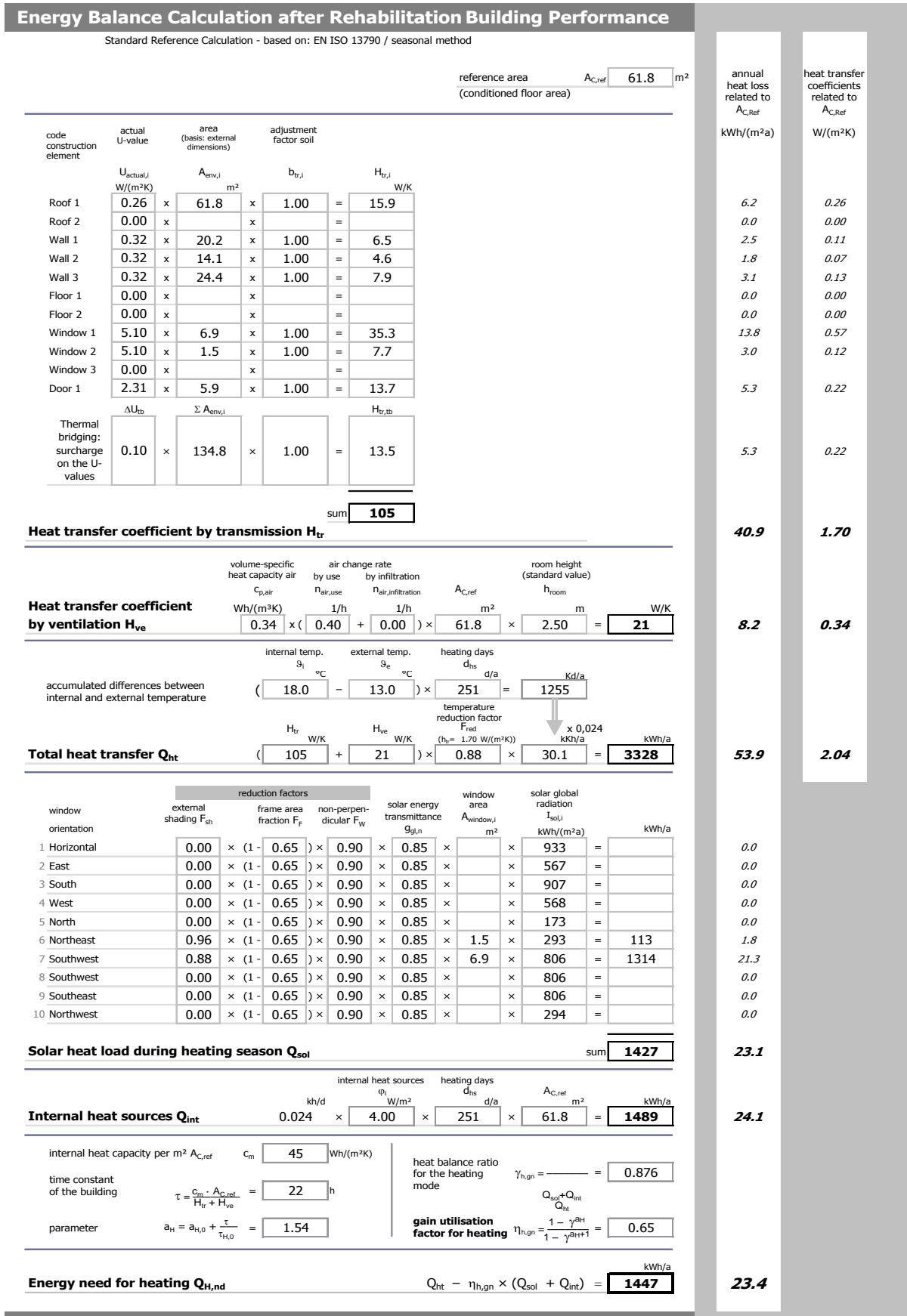


Figura XI.5. Necessidade energética de aquecimento na solução após reabilitação

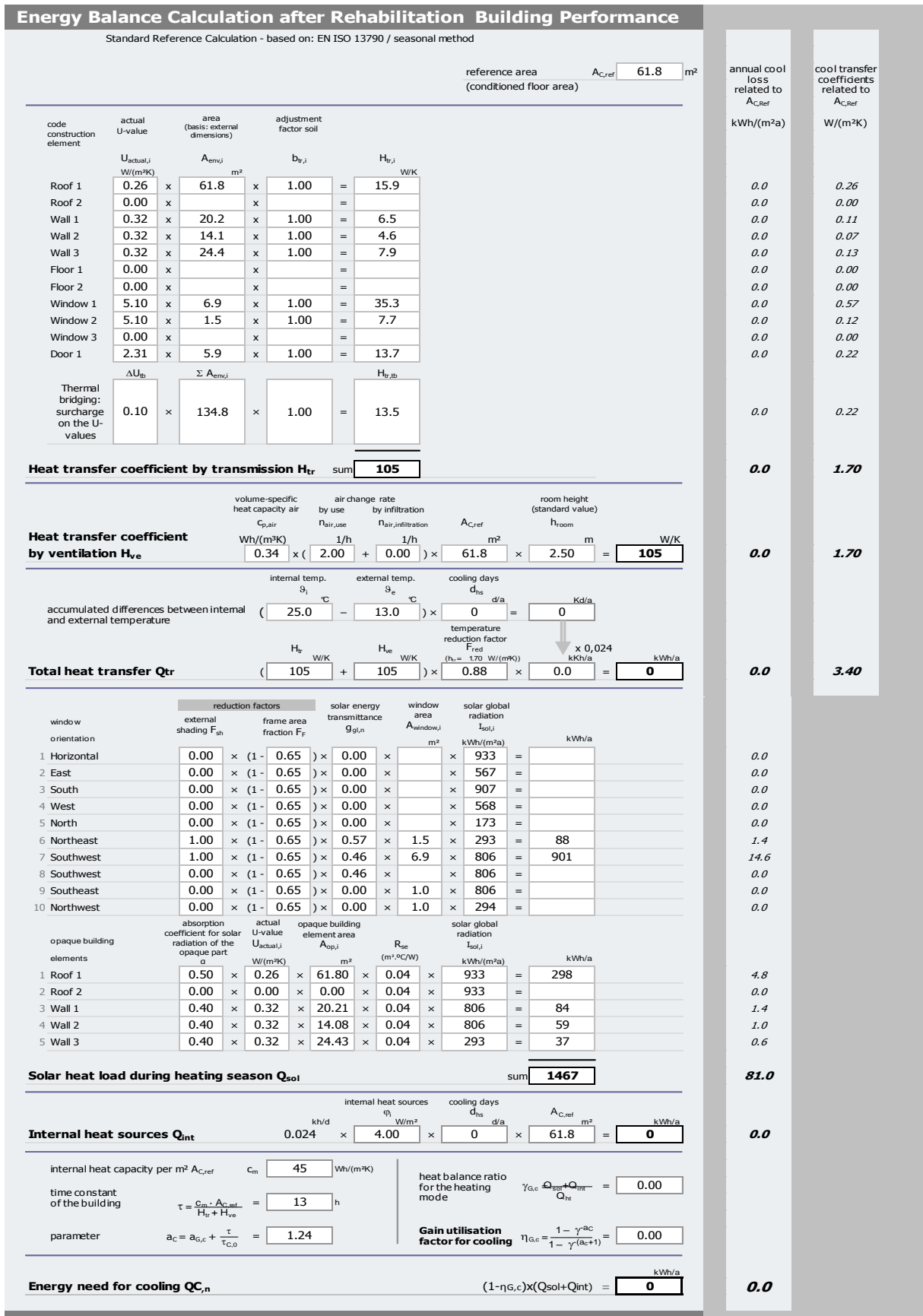


Figura XI.6. Necessidade energética de arrefecimento na solução após reabilitação

## Energy Balance Calculation after Rehabilitation System Performance

Standard Reference Calculation - based on: EN ISO 15316 / level B (tabled values)

conditioned floor area  $A_{C,ref}$  **61.8** m<sup>2</sup>

### Domestic Hot Water System

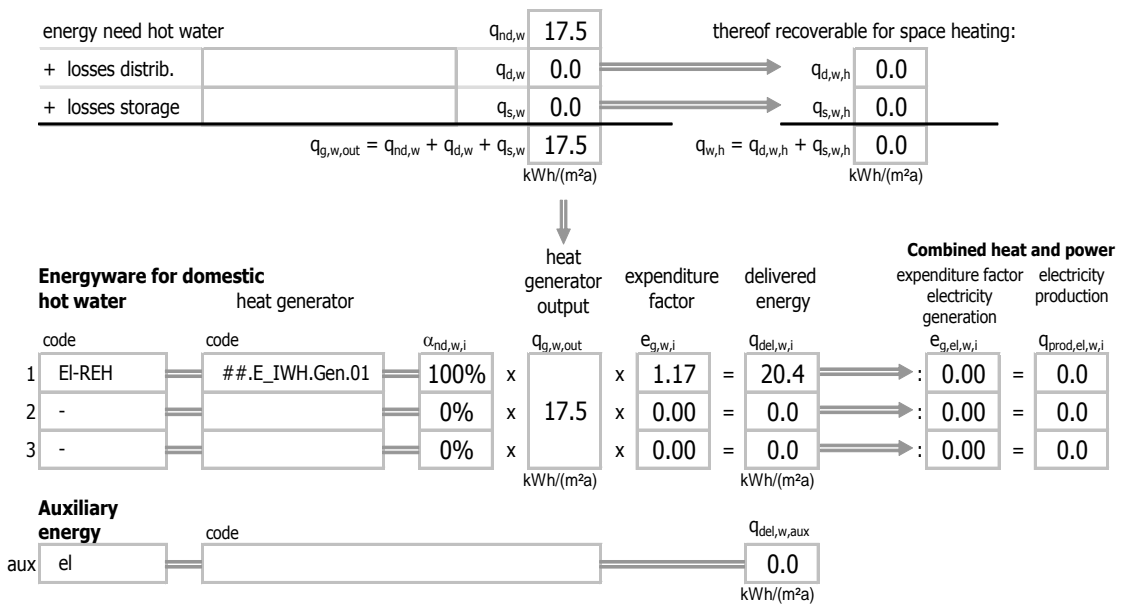


Figura XI.7. Necessidade energética de preparação de AQS na solução após reabilitação

Energy Balance Calculation after Rehabilitation						Energy Carriers					
						conditioned floor area	$A_{C,ref}$ 61.8 m <sup>2</sup>				
<b>Assessment of Energywares</b>											
<b>Standard Calculation</b>		delivered energy	total primary energy		non-renewable primary energy	carbon dioxide emissions		energy costs			
<b>Heating (+ Ventilation) System</b>		$Q_{del,i}$	$f_{p,total,i}$	$Q_{p,total,i}$ $= Q_{del,i} \cdot f_{p,total,i}$	$f_{p,nonren,i}$	$Q_{p,nonren,i}$ $= Q_{del,i} \cdot f_{p,nonren,i}$	$f_{CO2,i}$	$m_{CO2,i}$ $= Q_{del,i} \cdot f_{CO2,i}$	$p_i$ energyware price	$C_i$ $= Q_{del,i} \cdot p_i$	
EI-REH		23.4	2.50	58.5	2.50	58.5	144	3.4	0.00	0.00	
-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Auxiliary Electricity		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Electricity Production / Export		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Cooling System</b>											
EI-REH		0.00	2.50	0.00	2.50	0.00	144	0.00	0.00	0.00	
-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Domestic Hot Water System</b>											
EI-REH		20.4	2.50	51.1	2.50	51.1	144	2.9	0.00	0.00	
-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Auxiliary Electricity		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Electricity Production / Export		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Summary and Expenditure Factors</b>		heat need $Q_{nd}$	$\Sigma Q_{del}$	$E_{p,total} = \frac{Q_{p,total}}{Q_{nd}}$	$Q_{p,total}$	$E_{p,nonren} = \frac{Q_{p,nonren}}{Q_{nd}}$	$Q_{p,nonren}$	$f_{CO2,heat} = \frac{m_{CO2}}{Q_{nd}}$	$m_{CO2,i}$	$P_{heat} = \frac{C}{Q_{nd}}$	$C = \Sigma C_i$
heating (+ ventilation) system		23.4	23.4	2.50	58.5	2.50	58.5	144	3.4	0.00	0.00
cooling system		0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
domestic hot water system		17.5	20.4	2.93	51.1	2.93	51.1	168	2.9	0.00	0.00
total		40.9	43.8	0.91	109.6	0.91	109.6	53	6.3	0.00	0.00
		kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)		kWh/(m <sup>2</sup> a)		kWh/(m <sup>2</sup> a)	g/kWh	kg/(m <sup>2</sup> a)	Cent/kWh	Euro/(m <sup>2</sup> a)

Figura XI.8. Necessidade de energia global primária na solução após reabilitação

## Anexo XII. Impactes ambientais decorrentes da situação inicial e após reabilitação no rés-do-chão

Tabela XII.1. Base de dados dos impactes ambientais de energia da produção de AQS associados à situação inicial no rés-do-chão existentes no programa

Impacts of energy									
Energy initially adopted	Energy initially adopted	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00

Tabela XII.2. Base de dados dos impactes ambientais de energia do aquecimento associados à situação inicial no rés-do-chão existentes no programa

Impacts of energy									
Energy initially adopted	Energy initially adopted	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	1.05E-01	1.38E+01	8.22E-07	1.25E-01	4.64E-03	2.15E-02	1.97E+02	3.52E+01
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		1.05E-01	1.38E+01	8.22E-07	1.25E-01	4.64E-03	2.15E-02	1.97E+02	3.52E+01



Tabela XII.3. Base de dados dos impactes ambientais de energia do arrefecimento associados à situação inicial no rés-do-chão existentes no programa

Impacts of energy									
Energy initially adopted	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate		
	ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)	
EC1	El-REH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tabela XII.4. Base de dados dos impactes ambientais dos materiais associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

Impacts of materials								
Element type	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
	ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Roof_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Roof_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Wall_1	2.73E-02	2.17E+00	0.00E+00	7.31E-03	4.38E-04	7.19E-04	5.56E+01	2.46E-01
Wall_2	1.90E-02	1.51E+00	0.00E+00	5.09E-03	3.05E-04	5.01E-04	3.87E+01	1.71E-01
Wall_3	3.28E-02	2.62E+00	0.00E+00	8.81E-03	5.27E-04	8.66E-04	6.70E+01	2.96E-01
Floor_1	3.00E-02	3.44E+00	1.47E-07	2.62E-02	1.38E-03	5.68E-03	6.05E+01	2.69E+00
Floor_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Door_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	1.09E-01	9.75E+00	1.47E-07	4.74E-02	2.65E-03	7.77E-03	2.22E+02	3.40E+00

Tabela XII.5. Base de dados dos impactos ambientais do transporte associado à adição dos materiais associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

Impacts of transport								
Element type	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
	ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Roof_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Roof_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Wall_1	2.39E-05	3.36E-03	5.26E-10	1.76E-05	5.55E-07	4.74E-06	5.73E-02	1.13E-03
Wall_2	1.66E-05	2.34E-03	3.66E-10	1.23E-05	3.87E-07	3.30E-06	3.99E-02	7.87E-04
Wall_3	2.88E-05	4.05E-03	6.33E-10	2.12E-05	6.69E-07	5.70E-06	6.90E-02	1.36E-03
Floor_1	1.17E-04	1.64E-02	2.57E-09	8.63E-05	2.72E-06	2.32E-05	2.80E-01	5.52E-03
Floor_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Door_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	1.86E-04	2.62E-02	4.10E-09	1.37E-04	4.33E-06	3.69E-05	4.47E-01	8.80E-03

Tabela XII.6. Base de dados dos impactos ambientais de energia da produção de AQS associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

	Energy adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00

Tabela XII.7. Base de dados dos impactos ambientais de energia do aquecimento associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

	Energy adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	3.21E-02	4.22E+00	2.52E-07	3.82E-02	1.42E-03	6.60E-03	6.04E+01	1.08E+01
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		3.21E-02	4.22E+00	2.52E-07	3.82E-02	1.42E-03	6.60E-03	6.04E+01	1.08E+01

Tabela XII.8. Base de dados dos impactos ambientais de energia do arrefecimento associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

	Energy adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tabela XII.9. Base de dados dos impactos ambientais dos equipamentos para produção de AQS associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

	Equipment adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
e_g_W_Heat_1	E_Immersion-Electric immersion heater-high	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_W_Heat_2	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_W_Heat_3	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tabela XII.10. Base de dados dos impactos ambientais dos equipamentos para aquecimento associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

	Equipment adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
e_g_H_Heat_1	E_Immersion-Electric immersion heater-high	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_H_Heat_2	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_H_Heat_3	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tabela XII.11. Base de dados dos impactos ambientais dos equipamentos para arrefecimento associados à solução após reabilitação no rés-do-chão existentes no programa

	Equipment adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
e_g_C_Cool_1	Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This item must be between 0,35 and 0,37)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_C_Cool_2	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_C_Cool_3	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

## Anexo XIII. Impactes ambientais decorrentes da situação inicial e após reabilitação no 1º andar

Tabela XIII.1. Base de dados dos impactes ambientais de energia da produção de AQS associados à situação inicial no 1º andar existentes no programa

Impacts of energy									
Energy initially adopted		Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00

Tabela XIII.2. Base de dados dos impactes ambientais de energia do aquecimento associados à situação inicial no 1º andar existentes no programa

Impacts of energy									
Energy initially adopted		Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	1.28E-01	1.69E+01	1.01E-06	1.53E-01	5.70E-03	2.65E-02	2.42E+02	4.33E+01
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		1.28E-01	1.69E+01	1.01E-06	1.53E-01	5.70E-03	2.65E-02	2.42E+02	4.33E+01

Tabela XIII.3. Base de dados dos impactos ambientais de energia do arrefecimento associados à situação inicial no 1º andar existentes no programa

Impacts of energy									
Energy initially adopted	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate		
	ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)	
EC1	EI-REH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tabela XIII.4. Base de dados dos impactos ambientais dos materiais associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

Impacts of materials								
Element type	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
	ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Roof_1	5.26E-02	6.03E+00	2.57E-07	4.59E-02	2.42E-03	9.95E-03	1.06E+02	4.71E+00
Roof_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Wall_1	2.73E-02	2.17E+00	0.00E+00	7.31E-03	4.38E-04	7.19E-04	5.56E+01	2.46E-01
Wall_2	1.90E-02	1.51E+00	0.00E+00	5.09E-03	3.05E-04	5.01E-04	3.87E+01	1.71E-01
Wall_3	3.30E-02	2.63E+00	0.00E+00	8.84E-03	5.29E-04	8.69E-04	6.72E+01	2.97E-01
Floor_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Floor_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Door_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	1.32E-01	1.23E+01	2.57E-07	6.71E-02	3.69E-03	1.20E-02	2.67E+02	5.42E+00

Tabela XIII.5. Base de dados dos impactos ambientais do transporte associado à adição dos materiais associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

Impacts of transport								
Element type	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
	ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
Roof_1	2.05E-04	2.88E-02	4.50E-09	1.51E-04	4.75E-06	4.06E-05	4.91E-01	9.67E-03
Roof_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Wall_1	2.39E-05	3.36E-03	5.26E-10	1.76E-05	5.55E-07	4.74E-06	5.73E-02	1.13E-03
Wall_2	1.66E-05	2.34E-03	3.66E-10	1.23E-05	3.87E-07	3.30E-06	3.99E-02	7.87E-04
Wall_3	2.89E-05	4.06E-03	6.35E-10	2.13E-05	6.71E-07	5.73E-06	6.93E-02	1.36E-03
Floor_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Floor_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Door_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Window_3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>	2.74E-04	3.85E-02	6.03E-09	2.02E-04	6.37E-06	5.43E-05	6.57E-01	1.29E-02

Tabela XIII.6. Base de dados dos impactos ambientais de energia da produção de AQS associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

	Energy adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		2.19E-02	2.88E+00	1.72E-07	2.61E-02	9.72E-04	4.51E-03	4.13E+01	7.38E+00

Tabela XIII.7. Base de dados dos impactos ambientais de energia do aquecimento associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

	Energy adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	2.94E-02	3.87E+00	2.31E-07	3.50E-02	1.30E-03	6.05E-03	5.53E+01	9.89E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		2.94E-02	3.87E+00	2.31E-07	3.50E-02	1.30E-03	6.05E-03	5.53E+01	9.89E+00

Tabela XIII.8. Base de dados dos impactos ambientais de energia do arrefecimento associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

	Energy adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
EC1	EI-REH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC2	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EC3	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tabela XIII.9. Base de dados dos impactos ambientais dos equipamentos para produção de AQS associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

	Equipment adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
e_g_W_Heat_1	E_Immersion-Electric immersion heater-high	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_W_Heat_2	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_W_Heat_3	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00



Tabela XIII.10. Base de dados dos impactos ambientais dos equipamentos para aquecimento associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

	Equipment adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
e_g_H_Heat_1	E_Immersion-Electric immersion heater-high	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_H_Heat_2	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_H_Heat_3	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Tabela XIII.11. Base de dados dos impactos ambientais dos equipamentos para arrefecimento associados à solução após reabilitação no 1º andar existentes no programa

	Equipment adopted after rehabilitation	Categories of environmental impact of LCA Cradle-to-gate						Embodied energy Cradle-to-gate	
		ADP (Kg Sb eq)	GWP (Kg CO2 eq)	ODP (Kg CFC-11 eq)	AP (kg SO2 eq)	POCP (Kg C2H4 eq)	EP (kg PO4 eq)	ENR (MJ eq)	ER (MJ eq)
e_g_C_Cool_1	Split, Multisplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This item must be between 0,35 and 0,37)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_C_Cool_2	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
e_g_C_Cool_3	Doesn't exist	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<b>TOTAL</b>		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

## Anexo XIV. Explicação referente ao modo de aquecimento presente no programa

Tabela XIV.1. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para o aquecimento

Heating	
Element	Explanation
<b>Fraction</b>	
<u>AC<sub>ref</sub></u> (m <sup>2</sup> )	Energy reference area (conditioned floor area, internal dimensions)
<u>h<sub>room</sub></u> (m)	Room height (based on internal dimensions)
<b>Border conditions with external environment</b>	
<u>R<sub>add</sub></u> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Additional thermal resistance due to unheated space bordering at the construction element
0	Ext-Construction bordering on external air
0.3	Unh-Construction bordering on unheated rooms
0.3	Cellar-Construction bordering on unheated cellar
0	Soil-Construction bordering on soil
<u>b<sub>tr</sub></u>	Adjustment factor soil
1	Ext-Construction bordering on external air
1	Unh-Construction bordering on unheated rooms
0.5	Cellar-Construction bordering on unheated cellar
0.5	Soil-Construction bordering on soil
<b>Windows</b>	
<u>F<sub>sh</sub></u>	Reduction factor external shading
<u>F<sub>h</sub></u>	Partial shading correction factor for the horizon
<u>F<sub>0</sub></u>	Partial shading correction factor for overhangs
<u>F<sub>f</sub></u>	Partial shading correction factor for fins.
<u>F<sub>F</sub></u>	Frame area fraction of the window
0.3	ISO 13790-Heating
0.7	Frames of aluminum or steel without raster
0.6	Frames of aluminum or steel with raster

Tabela XIV.2. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para o aquecimento (cont.)

0.65	Frames of wood or PVC without raster
0.57	Frames of wood or PVC with raster
0.9	Curtain wall aluminum or steel
$F_w$	Reduction factor, considering radiation non-perpendicular to the glazing
0.9	Fixed value
$I_{Sol}$ (kWh)	Average global irradiation on surfaces with orientation j during the heating season
Solar energy transmittance $g_{gl,n}$	Total solar energy transmittance for radiation per-pendicular to the glazing
<b>Transmission</b>	
$\Delta_{utbr}$ (W/m <sup>2</sup> .°C)	Additional losses of the thermal envelope caused by thermal bridging (surcharge on all U-values)
0	Minimal-thermally relevant layers of the envelope are not penetrated by elements with higher thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $\leq 0$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
0.05	Low-only small parts of the envelope are penetrated by elements with higher thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $\leq 0,05$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
0.1	Medium-parts of the envelope are penetrated by elements with higher thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $> 0,05$ and $\leq 0,15$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
0.15	High-relevant parts of the envelope are penetrated by elements with relative high thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $> 0,15$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
<b>Transfer</b>	
Heating Days (d)	Number of days per year during heating season
$\Theta_e$ (°C)	Average external air temperature during the heating season
$\Theta_i$ (°C)	Internal temperature
20	TABULA
18	REH
Temperature reduction factor (W/m <sup>2</sup> .°C)	Reduction factor, considering non-uniform heating (effect of night setback and unheated space) for two values of the floor area related heat transfer coefficient by trans-mission, linear interpolation is applied between them.
0.9	htr = 1 W/(m <sup>2</sup> °C) (high thermal quality)-Single unit-house
0.95	htr = 1 W/(m <sup>2</sup> °C) (high thermal quality)-Multi unit-house
0.8	htr = 4 W/(m <sup>2</sup> °C) (low thermal quality)-Single unit-house
0.85	htr = 4 W/(m <sup>2</sup> °C) (low thermal quality)-Multi unit-house

Tabela XIV.3. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para o aquecimento (cont.)

<b>Ventilation</b>	
<u>n<sub>air infiltration</sub></u> (1/h)	Additional air exchange rate, caused by infiltration (surcharge on air exchange rate) You must enclose the value in the cell. Below are suggestions of values by accredited bodies.
TABULA	
0.05	Minimal-minimal air infiltration, very tight building. Indication: blower door result $n_{50} \leq 0,6$ 1/h
0.1	Low-low effect of air infiltration. Indication: blower door result $n_{50} \leq 1,0$ 1/h
0.2	Medium-medium effect of air infiltration. Indication: blower door result $n_{50} \leq 3,0$ 1/h
0.4	High-high effect of air infiltration. Indication: blower door result $n_{50} > 3,0$ 1/h
<a href="#">Ventilação LNEC\VENTILACAO Rph 2014_02_12_v02a.xlsm</a>	
<u>n<sub>air use</sub></u> (1/h)	Average air change rate during heating season, related to the utilisation of the building. You must enclose the value in the cell. Below are suggestions of values by accredited bodies.
0.4	Minimum value of REH
<a href="#">Ventilação LNEC\VENTILACAO Rph 2014_02_12_v02a.xlsm</a>	
<b>Internal heat sources</b> $\psi_i$ (W/m <sup>2</sup> )	Average thermal output of internal heat sources
3	TABULA
4	REH

## Anexo XV. Explicação referente ao modo de arrefecimento presente no programa

Tabela XV.1. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para o arrefecimento

Cooling	
Element	Explanation
<b>Fraction</b>	
<u>A<sub>C,ref</sub></u> (m <sup>2</sup> )	Energy reference area (conditioned floor area, internal dimensions)
<u>h<sub>room</sub></u> (m)	Room height (based on internal dimensions)
<b>Border conditions with external environment</b>	
<u>R<sub>add</sub></u> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Additional thermal resistance due to unheated space bordering at the construction element
0	Ext-Construction bordering on external air
0.3	Unh-Construction bordering on unheated rooms
0.3	Cellar-Construction bordering on unheated cellar
0	Soil-Construction bordering on soil
<u>b<sub>r</sub></u>	Adjustment factor soil
1	Ext-Construction bordering on external air
1	Unh-Construction bordering on unheated rooms
0.5	Cellar-Construction bordering on unheated cellar
0.5	Soil-Construction bordering on soil
<b>Windows</b>	
<u>F<sub>sh</sub></u>	Reduction factor external shading
<u>F<sub>h</sub></u>	Partial shading correction factor for the horizon
<u>F<sub>0</sub></u>	Partial shading correction factor for overhangs
<u>F<sub>f</sub></u>	Partial shading correction factor for fins.
<u>F<sub>F</sub></u>	Frame area fraction of the window
0.2	ISO 13790-Cooling
0.7	Frames of aluminum or steel without raster
0.6	Frames of aluminum or steel with raster

Tabela XV.2. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para o arrefecimento (cont.)

0.65	Frames of wood or PVC without raster
0.57	Frames of wood or PVC with raster
0.9	Curtain wall aluminum or steel
<u>I Sol (kWh)</u>	Average global irradiation on surfaces with orientation j during the cooling season
<u>Solar energy transmittance</u> <u>g<sub>gl,n</sub></u>	Total solar energy transmittance for radiation per-pendicular to the glazing
F <sub>mv</sub>	Time fraction that mobile devices are activated
g <sub>T</sub>	Global solar factor of the glazing with all the protective devices solar, permanent, mobile or fully activated
g <sub>TP</sub>	Global solar factor of the glazing with all devices solar protection existing permanent
<u>A</u>	Dimensionless absorption coefficient for solar radiation of the opaque part
0.4	Clear (white, cream, yellow, orange, light red)
0.5	Average (dark red, light green, light blue)
0.8	Dark (brown, dark green, bright blue, dark blue)
	In case of ventilated systems in walls and beyond the absorption coefficient, must be taken into account the factor that expresses the effect of the inner faces emissivity of the coating and the degree of ventilation of the air-box.
0.1	Inner face of the outer coat low emissivity and/or box-air-ventilated strongly
0.25	Other cases
	In the case of roofing and loft beyond the absorption coefficient must be taken into account the factor that expresses the effect of the emissivity of the interior of the face and the degree of ventilation of the attic.
0.8	Strongly ventilated with normal emissivity
0.7	Strongly ventilated with low emissivity
1	Poorly ventilated with normal emissivity
0.9	Poorly ventilated with low emissivity
1	Unventilated normal emissivity
1	Unventilated low emissivity
<u>R<sub>se</sub> (W/m<sup>2</sup>.°C)</u>	External surface heat resistance of the opaque part

Tabela XV.3. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para o arrefecimento (cont.)

0.04	Fixed value-REH
<b>Transmission</b>	
<u>Autbr (W/m<sup>2</sup>.°C)</u>	Additional losses of the thermal envelope caused by thermal bridging (surcharge on all U-values)
0	Minimal-thermally relevant layers of the envelope are not penetrated by elements with higher thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $\leq 0$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
0.05	Low-only small parts of the envelope are penetrated by elements with higher thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $\leq 0,05$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
0.1	Medium-parts of the envelope are penetrated by elements with higher thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $> 0,05$ and $\leq 0,15$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
0.15	High-relevant parts of the envelope are penetrated by elements with relative high thermal conductivity. Indication:additional transmission losses $> 0,15$ W/°C per m <sup>2</sup> envelope.
<b>Transfer</b>	
<u>Cooling Days (d)</u>	Number of days per year during cooling season
<u>Theta e (°C)</u>	Average external air temperature during the cooling season
<u>Theta i (°C)</u>	Internal temperature
25	REH
<u>Temperature reduction factor (W/m<sup>2</sup>.°C)</u>	Reduction factor, considering non-uniform heating (effect of night setback and unheated space) for two values of the floor area related heat transfer coefficient by trans-mission, linear interpolation is applied between them.
0.9	htr = 1 W/(m <sup>2</sup> °C) (high thermal quality)-Single unit-house
0.95	htr = 1 W/(m <sup>2</sup> °C) (high thermal quality)-Multi unit-house
0.8	htr = 4 W/(m <sup>2</sup> °C) (low thermal quality)-Single unit-house
0.85	htr = 4 W/(m <sup>2</sup> °C) (low thermal quality)-Multi unit-house
<b>Ventilation</b>	
<u>n air infiltration (1/h)</u>	Additional air exchange rate, caused by infiltration (surcharge on air exchange rate) You must enclose the value in the cell. Below are suggestions of values by accredited bodies.
TABULA	
0.05	Minimal-minimal air infiltration,very tight building. Indication:blower door result $n_{50} \leq 0,6$ 1/h
0.1	Low-low effect of air infiltration.Indication:blower door result $n_{50} \leq 1,0$ 1/h

Tabela XV.4. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para o arrefecimento (cont.)

	0.2	Medium-medium effect of air infiltration. Indication:blower door result $n_{50} \leq 3,0$ 1/h
	0.4	High-high effect of air infiltration. Indication:blower door result $n_{50} > 3,0$ 1/h
		<a href="#">Ventilação LNEC\VENTILACAO Rph 2014 02 12 v02a.xlsm</a>
<b>n air use</b> (1/h)		Average air change rate during cooling season, related to the utilisation of the building. You must enclose the value in the cell. Below are suggestions of values by accredited bodies.
	0.6	Maximum value of REH
		<a href="#">Ventilação LNEC\VENTILACAO Rph 2014 02 12 v02a.xlsm</a>
<b>Internal heat sources</b> $\psi_i$ (W/m <sup>2</sup> )		Average thermal output of internal heat sources
	3	TABULA
	4	REH



## Anexo XVI. Explicação referente à produção de AQS presente no programa

Tabela XVI.1. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para a produção de AQS

DHW	
Element	Explanation
$V_{W,f,day}$ (l/unit/day)	Litres per unit per day of domestic hot water at $\theta_{W,del}$
1.18	Dwelling
28	Accommodation
10	Health establishment without accommodation
55	Health establishment with accommodation – without laundry
88	Health establishment with accommodation – with laundry
Hot water requirements not taken into account	Education
Hot water requirements not taken into account	Offices
Hot water requirements not taken into account	Theatres and lecture theatres
Hot water requirements not taken into account	Shops
21	Catering, 2 meals per day. Traditional cuisine
8	Catering, 2 meals per day. Self service
10	Catering, 1 meal per day. Traditional cuisine
4	Catering, 1 meal per day. Self service
56	Hotel, 1-star, without laundry
70	Hotel, 1-star, with laundry
76	Hotel, 2-star, without laundry
90	Hotel, 2-star, with laundry
97	Hotel, 3-star, without laundry
111	Hotel, 3-star, with laundry
118	Hotel, 4-star and GC, without laundry
132	Hotel, 4-star and GC, with laundry

Tabela XVI.2. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para a produção de AQS (cont.)

101	Sports establishment
Hot water requirements not taken into account	Storage
Hot water requirements not taken into account	Industry
Hot water requirements not taken into account	Transport
Hot water requirements not taken into account	Other
<u>f (unit)</u>	Number of units to be taken into account.
Dwelling	Floor area (m <sup>2</sup> )
Accommodation	Number of beds
Health establishment without accommodation	Number of beds
Health establishment with accommodation – without laundry	Number of beds
Health establishment with accommodation – with laundry	Number of beds
Education	Hot water requirements not taken into account
Offices	Hot water requirements not taken into account
Theatres and lecture theatres	Hot water requirements not taken into account
Shops	Hot water requirements not taken into account
Catering, 2 meals per day. Traditional cuisine	Number of guests per meal
Catering, 2 meals per day. Self service	Number of guests per meal
Catering, 1 meal per day. Traditional cuisine	Number of guests per meal
Catering, 1 meal per day. Self service	Number of guests per meal
Hotel, 1-star, without laundry	Number of beds
Hotel, 1-star, with laundry	Number of beds
Hotel, 2-star, without laundry	Number of beds
Hotel, 2-star, with laundry	Number of beds

Tabela XVI.3. Descrição dos parâmetros que envolvem as necessidades de energia para a produção de AQS (cont.)

Hotel, 3-star, without laundry	Number of beds
Hotel, 3-star, with laundry	Number of beds
Hotel, 4-star and GC, without laundry	Number of beds
Hotel, 4-star and GC, with laundry	Number of beds
Sports establishment	Number of showers installed
Storage	Hot water requirements not taken into account
Industry	Hot water requirements not taken into account
Transport	Hot water requirements not taken into account
Other	Hot water requirements not taken into account
$V_{w,day}$ (m <sup>3</sup> /day)	Volume of domestic hot water delivered per day at specified temperatures, m <sup>3</sup> /day
$\theta_{w,del}$ (°C)	Specified domestic hot water delivery temperature, °C
60	EN 15316-3-1
$\theta_{w,c}$ (°C)	Cold water supply temperature, °C
13.5	EN 15316-3-1
$Q_w$ (MJ/year)	Energy need for the domestic hot water delivered to the user in MJ/year
$Q_w$ (kWh/year)	Energy need for the domestic hot water delivered to the user in kWh/year

## Anexo XVII. Explicação referente ao cálculo da energia global primária presente no programa

Tabela XVII.1. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS

SYSTEM	
Element	Explanation
$\eta_{ve,rec}$	Efficiency of ventilation heat recovery (weighted average during heating season)
0	Exh-exhaust air system-Poor
0	Bal-balanced ventilation system-Poor
0.62	Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-Poor (This parâmetro must be between 0,62 and 0,73)
0.9	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-Poor
0	Exh-exhaust air system-Medium
0	Bal-balanced ventilation system-Medium
0.73	Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-Medium (This parâmetro must be between 0,62 and 0,83)
0.9	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-Medium
0	Exh-exhaust air system-High
0	Bal-balanced ventilation system-High
0.83	Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-High (This parâmetro must be between 0,73 and 0,83)
0.9	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-High
$q_{del,ve,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	Annual energy demand (electricity) of ventilation systems per m <sup>2</sup> reference area
1.7	Exh-exhaust air system-Poor (This parâmetro must be between 1,7 and 1,3)
3.3	Bal-balanced ventilation system-Poor (This parâmetro must be between 3,3 and 2,2)
5.3	Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-Poor (This parâmetro must be between 5,3 and 2,6)
2.6	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-Poor
1.3	Exh-exhaust air system-Medium (This parâmetro must be between 1,7 and 1,2)
2.2	Bal-balanced ventilation system-Medium (This parâmetro must be between 3,3 and 1,5)
2.6	Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-Medium (This parâmetro must be between 5,3 and 2,0)
2.6	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-Medium

Tabela XVII.2. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	1.2	Exh-exhaust air system-High (This parâmetro must be between 1,2 and 0)
	1.5	Bal-balanced ventilation system-High (This parâmetro must be between 1,5 and 0)
	2	Bal_Rec-balanced ventilation system with heat recovery-High (This parâmetro must be between 2 and 0)
	2.6	Bal_GroundRec-balanced ventilation system,preheated by ground heat exchanger + heat recovery-High
<u>q<sub>nd,w</sub> (kWh/m<sup>2</sup>a)</u>		Annual energy need for domestic hot water (useful heat) per m <sup>2</sup> reference floor area
<u>Code_SysW_EC1;Code_SysW_EC2;Code_SysW_EC3</u>		Code of energy carrier for dhw system
Gas		Natural gas-prEN15603
Gas_E		Natural gas E-prEN15603
Gas_LL		Natural gas LL-prEN15603
Gas_Liquid		Liquid gas-prEN15603
Gas-REH		Natural gas-REH
Gas_E-REH		Natural gas E-REH
Gas_LL-REH		Natural gas LL-REH
Gas_Liquid-REH		Liquid gas-REH
Oil		Heating oil-prEN15603
Oil-REH		Heating oil-REH
Coal		Coal-prEN15603
Coal_Hard		Hard coal-prEN15603
Coal_Lignite		Lignite coal-prEN15603
Coal-REH		Coal-REH
Coal_Hard-REH		Hard coal-REH
Coal_Lignite-REH		Lignite coal-REH
Bio		Biomass-prEn15603
Bio_FW		Firewood-prEn15603

Tabela XVII.3. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

Bio_WP	Wood pellets-prEn15603
Bio_WC	Wood chips-prEn15603
Bio_Other	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEn15603
Bio-REH	Biomass-REH
Bio_FW-REH	Firewood-REH
Bio_WP-REH	Wood pellets-REH
Bio_WC-REH	Wood chips-REH
Bio_Other-REH	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
El	Electricity-prEN15603
El_OP	Off-peak electricity-prEN15603
El-Prod	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
El-REH	Electricity-REH
DH	District heating-prEN15603
DH_Gas_NoCHP	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Gas_CHP33	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
DH_Gas_CHP67	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Gas_CHP100	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
DH_Oil_NoCHP	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Oil_CHP33	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
DH_Oil_CHP67	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Oil_CHP100	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603

Tabela XVII.4. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

DH_Coal_NoCHP	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Coal_CHP33	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
DH_Coal_CHP67	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Coal_CHP100	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
DH_Bio_NoCHP	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Bio_CHP33	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
DH_Bio_CHP67	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Bio_CHP100	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
Diesel_Oil-REH	Diesel_Oil-REH
Channeled_GPL-REH	Channeled_GPL-REH
Bottles_GPL-REH	Bottles_GPL-REH
Other	Other energy carriers
-	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>Fraction_SysW_G 2;Fraction_SysW_G 3</u>	Fraction of produced heat by heat generator for dhw system <span style="float: right;">If</span> If exist more than one heat generator,you must indicate which fraction correspond to each one (%)
<u>e g W Heat 1:e g W Heat 2:e g W Heat 3</u>	Heat generation expenditure factor of dhw heat generator
2.49	B_NC-Boiler,non-condensing-poor (This parâmetro must be between 2,49 and 1,41)
1.56	B_C-Boiler,condensing-poor (This parâmetro must be between 1,56 and 1,19)
1.76	B_WP-Wood-pellets boiler-poor (This parâmetro must be between 1,76 and 1,4)
1.96	G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-poor (This parâmetro must be between 1,96 and 1,34)
1.27	G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-poor (This parâmetro must be between 1,27 and 1,22)
1.28	G_Tank-Gas burner for firectly heated dhw tank-poor (This parâmetro must be between 1,28 and 1,23)
1.52	E_Immersion-Electric immersion heater-poor (This parâmetro must be between 1,52 and 1,10)
1.19	E-Direct electric heat generator, not specified-poor (This parâmetro must be between 1,19 and 1,04)
0.65	HP_Air-Heat pump,heat source external air-poor (This parâmetro must be between 0,65 and 0,44)
0.35	HP_Ground-Heat pump,heat source ground-poor (This parâmetro must be between 0,35 and 0,3)
0.32	HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-poor (This parâmetro must be between 0,32 and 0,31)

Tabela XVII.5. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0.37	HP_Cellar-Heat pump,heat source:cellar air-poor (This parâmetro must be between 0,37 and 0,34)
1.81	TS-District heating transfer station-poor (This parâmetro must be between 1,81 and 1,22)
1.54	CHP-Combined heat and power generation-poor (This parâmetro must be between 1,54 and 1,39)
0	Solar-Thermal solar plant-poor
1.41	B_NC-Boiler,non-condensing-medium (This parâmetro must be between 2,49 and 1,14)
1.19	B_C-Boiler,condensing-medium (This parâmetro must be between 1,56 and 1,08)
1.4	B_WP-Wood-pellets boiler-medium (This parâmetro must be between 1,76 and 1,24)
1.34	G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-medium (This parâmetro must be between 1,96 and 1,23)
1.22	G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-medium (This parâmetro must be between 1,27 and 1,17)
1.23	G_Tank-Gas burner for firectly heated dhw tank-medium (This parâmetro must be between 1,28 and 1,11)
1.1	E_Immersion-Electric immersion heater-medium (This parâmetro must be between 1,52 and 1,03)
1.04	E-Direct electric heat generator, not specified-medium (This parâmetro must be between 1,19 and 1,02)
0.44	HP_Air-Heat pump,heat source external air-medium (This parâmetro must be between 0,65 and 0,38)
0.3	HP_Ground-Heat pump,heat source ground-medium (This parâmetro must be between 0,35 and 0,26)
0.31	HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-medium (This parâmetro must be between 0,32 and 0,30)
0.34	HP_Cellar-Heat pump,heat source:cellar air-medium (This parâmetro must be between 0,37 and 0,31)
1.22	TS-District heating transfer station-medium (This parâmetro must be between 1,81 and 1,10)
1.39	CHP-Combined heat and power generation-medium (This parâmetro must be between 1,54 and 1,28)
0	Solar-Thermal solar plant-medium
1.14	B_NC-Boiler,non-condensing-high (This parâmetro must be between 1,14 and 0)
1.08	B_C-Boiler,condensing-high (This parâmetro must be between 1,08 and 0)
1.24	B_WP-Wood-pellets boiler-high (This parâmetro must be between 1,24 and 0)
1.23	G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-high (This parâmetro must be between 1,23 and 0)
1.17	G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-high (This parâmetro must be between 1,17 and 0)
1.11	G_Tank-Gas burner for firectly heated dhw tank-high (This parâmetro must be between 1,11 and 0)
1.03	E_Immersion-Electric immersion heater-high (This parâmetro must be between 1,03 and 0)
1.02	E-Direct electric heat generator, not specified-high (This parâmetro must be between 1,02 and 0)
0.38	HP_Air-Heat pump,heat source external air-high (This parâmetro must be between 0,38 and 0)



Tabela XVII.6. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	0.26	HP_Ground-Heat pump,heat source ground-high (This parâmetro must be between 0,26 and 0)
	0.3	HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-high (This parâmetro must be between 0,30 and 0)
	0.31	HP_Cellar-Heat pump,heat source:cellar air-high(This parâmetro must be between 0,31 and 0)
	1.1	TS-District heating transfer station-high (This parâmetro must be between 1,10 and 0)
	1.28	CHP-Combined heat and power generation-high (This parâmetro must be between 1,28 and 0)
	0	Solar-Thermal solar plant-high
<u>e.g. W Electricity 1:e.g. W Electricity 2:e.g. W Electricity</u> <u>3</u>		Energy expenditure coefficient for electricity generation (ratio fuel to produced electricity in case of chp) of heat generator for dhw systems
	3.33	CHP-poor
	3.33	CHP-medium
	3.33	CHP-high
	0	Other systems
<u>qs.w (kWh/m²a)</u>		Annual heat loss of the DHW storages per m² reference floor area
	6.7	S_D-Decentral electric hot water storage-poor (This parâmetro must be between 6,7 and 3,1)
	31.2	S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 31,2 and 5,8)
	10.2	S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 10,2 and 4,3)
	18.4	S_Gas-Directly gas heated hot water storage-poor (This parâmetro must be between 18,4 and 14,2)
	3.1	S_D-Decentral electric hot water storage-medium (This parâmetro must be between 6,7 and 1,3)
	5.8	S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 31,2 and 0,9)
	4.3	S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 10,2 and 0,9)
	14.2	S_Gas-Directly gas heated hot water storage-medium (This parâmetro must be between 18,4 and 8,2)
	1.3	S_D-Decentral electric hot water storage-high (This parâmetro must be between 1,3 and 0)
	0.9	S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 0,9 and 0)
	0.9	S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 0,9 and 0)
	8.2	S_Gas-Directly gas heated hot water storage-high (This parâmetro must be between 8,2 and 0)
	0	Doesn't exist
<u>qd.w (kWh/m²a)</u>		Annual heat loss of the DHW distribution system per m² reference floor area
	4.5	D-Decentral dhw system-poor (This parâmetro must be between 4,5 and 3,1)
	9.7	C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-poor (This parâmetro must be between 9,7 and 4,4)
	12.7	C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-poor (This parâmetro must be between 12,7 and 7,8)

Tabela XVII.7. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

20.3	C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 20,3 and 7,3)
35	C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 35 and 15,7)
3.1	D-Decentral dhw system-medium (This parâmetro must be between 4,5 and 1,6)
4.4	C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-medium (This parâmetro must be between 9,7 and 2,1)
7.8	C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-medium (This parâmetro must be between 12,7 and 3,3)
7.3	C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 20,3 and 2,1)
15.7	C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 35 and 5,7)
1.6	D-Decentral dhw system-high (This parâmetro must be between 1,6 and 0)
2.1	C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-high (This parâmetro must be between 2,1 and 0)
3.3	C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-high (This parâmetro must be between 3,3 and 0)
2.1	C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 2,1 and 0)
5.7	C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 5,7 and 0)
0	Doesn't exist
$q_{del,w,aux}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	Annual auxiliary energy use of heat generator of the hot water system per m <sup>2</sup> reference floor area
0	D-Decentral dhw system-poor
1.9	C_NoCirc-Central dhw system,no circulation-poor (This parâmetro must be between 1,9 and 0,4)
3.2	C_Circ-Central dhw system with circulation-poor (This parâmetro must be between 3,2 and 1,4)

Tabela XVII.8. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

1.9	C_NoCirc_Sol-Central dhw system with solar thermal system,no circulation-poor (This parâmetro must be between 1,9 and 1,1)
3.9	C_Circ_Sol-Central dhw system with solar thermal system and circulation-poor (This parâmetro must be between 3,9 and 2,4)
0	D-Decentral dhw system-medium
0.4	C_NoCirc-Central dhw system,no circulation-medium (This parâmetro must be between 1,9 and 0,1)
1.4	C_Circ-Central dhw system with circulation-medium (This parâmetro must be between 3,2 and 0,7)
1.1	C_NoCirc_Sol-Central dhw system with solar thermal system,no circulation-medium (This parâmetro must be between 1,9 and 0,7)
2.4	C_Circ_Sol-Central dhw system with solar thermal system and circulation-medium (This parâmetro must be between 3,9 and 1,3)
0	D-Decentral dhw system-high
0.1	C_NoCirc-Central dhw system,no circulation-high (This parâmetro must be between 0,1 and 0)
0.7	C_Circ-Central dhw system with circulation-high (This parâmetro must be between 0,7 and 0)
0.7	C_NoCirc_Sol-Central dhw system with solar thermal system,no circulation-high (This parâmetro must be between 0,7 and 0)
1.3	C_Circ_Sol-Central dhw system with solar thermal system and circulation-high (This parâmetro must be between 1,3 and 0)
0	Doesn't exist
$q_{s.w.h}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	Recoverable heat loss of the dhw storages per m <sup>2</sup> reference floor area
2.8	S_D-Decentral electric hot water storage-poor (This parâmetro must be between 2,8 and 1,6)

Tabela XVII.9. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

24.5	S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 24,5 and 2,8)
0	S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-poor
0	S_Gas-Directly gas heated hot water storage-poor
1.6	S_D-Decentral electric hot water storage-medium (This parâmetro must be between 2,8 and 1,6)
2.8	S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 24,5 and 2,8)
0	S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-medium
0	S_Gas-Directly gas heated hot water storage-medium
1.6	S_D-Decentral electric hot water storage-high
2.8	S_C_Int-Central hot water storage,inside of thermal envelope-high
0	S_C_Ext-Central hot water storage,outside of thermal envelope-high
0	S_Gas-Directly gas heated hot water storage-high
0	Doesn't exist
<u>q<sub>d,w,h</sub> (kWh/m<sup>2</sup>a)</u>	Recoverable heat loss of the dhw distribution system per m <sup>2</sup> reference floor area
2	D-Decentral dhw system-poor (This parâmetro must be between 2,0 and 1,1)

Tabela XVII.10. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

2.4	C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-poor (This parâmetro must be between 2,4 and 1,1)
3.6	C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-poor (This parâmetro must be between 3,6 and 1,7)
3.6	C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 3,6 and 1,4)
7.9	C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 7,9 and 2,5)
1.1	D-Decentral dhw system-medium (This parâmetro must be between 2,0 and 1,1)
1.1	C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-medium (This parâmetro must be between 2,4 and 1,1)
1.7	C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-medium (This parâmetro must be between 3,6 and 1,7)
1.4	C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 3,6 and 1,4)
2.5	C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 7,9 and 2,5)
1.1	D-Decentral dhw system-high (This parâmetro must be between 1,1 and 0)
1.1	C_NoCirc_Int-Central dhw distribution,all pipes inside of thermal envelope,no circulation-high (This parâmetro must be between 1,1 and 0)
1.7	C_NoCirc_Ext-Central dhw distribution,fraction of pipeline outside of thermal envelope,no circulation-high (This parâmetro must be between 1,7 and 0)
1.4	C_Circ_Int-Central dhw distribution with circulation,all pipes inside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 1,4 and 0)
2.5	C_Circ_Ext-Central dhw distribution with circulation,fraction of pipeline outside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 2,5 and 0)
0	Doesn't exist

Tabela XVII.11. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

<u>Code SysH_EC1;Code SysH_EC2;Code SysH_EC3</u>	Code of energy carrier for space heating systems
Gas	Natural gas-prEN15603
Gas_E	Natural gas E-prEN15603
Gas_LL	Natural gas LL-prEN15603
Gas_Liquid	Liquid gas-prEN15603
Gas-REH	Natural gas-REH
Gas_E-REH	Natural gas E-REH
Gas_LL-REH	Natural gas LL-REH
Gas_Liquid-REH	Liquid gas-REH
Oil	Heating oil-prEN15603
Oil-REH	Heating oil-REH
Coal	Coal-prEN15603
Coal_Hard	Hard coal-prEN15603
Coal_Lignite	Lignite coal-prEN15603
Coal-REH	Coal-REH
Coal_Hard-REH	Hard coal-REH
Coal_Lignite-REH	Lignite coal-REH
Bio	Biomass-prEn15603
Bio_FW	Firewood-prEn15603
Bio_WP	Wood pellets-prEn15603
Bio_WC	Wood chips-prEn15603
Bio_Other	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEn15603
Bio-REH	Biomass-REH
Bio_FW-REH	Firewood-REH
Bio_WP-REH	Wood pellets-REH
Bio_WC-REH	Wood chips-REH
Bio_Other-REH	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
EI	Electricity-prEN15603
EI_OP	Off-peak electricity-prEN15603
EI-Prod	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
EI-REH	Electricity-REH
DH	District heating-prEN15603
DH_Gas_NoCHP	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Gas_CHP33	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603

Tabela XVII.12. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

DH_Gas_CHP67	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Gas_CHP100	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
DH_Oil_NoCHP	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Oil_CHP33	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
DH_Oil_CHP67	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Oil_CHP100	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
DH_Coal_NoCHP	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Coal_CHP33	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
DH_Coal_CHP67	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Coal_CHP100	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
DH_Bio_NoCHP	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
DH_Bio_CHP33	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
DH_Bio_CHP67	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
DH_Bio_CHP100	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
Diesel_Oil-REH	Diesel_Oil-REH
Channeled_GPL-REH	Channeled_GPL-REH
Bottles_GPL-REH	Bottles_GPL-REH
Other	Other energy carriers
-	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>Fraction_SysH_G_2;Fraction_SysH_G_3</u>	Fraction of produced heat by heat generator for space heating systems If exist more than one heat generator,you must indicate which fraction correspond to each one (%)
<u>e_g_H_Heat_1;e_g_H_Heat_2;e_g_H_Heat_3</u>	Heat generation expenditure factor of heat generator used for space heating
1.92	B_NC-Boiler,non-condensing-poor (This parâmetro must be between 1,92 and 1,36)
1.31	B_C-Boiler,condensing-poor (This parâmetro must be between 1,31 and 1,13)
2.12	B_WP-Wood-pellets boiler-poor (This parâmetro must be between 2,12 and 1,52)
1.27	G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-poor (This parâmetro must be between 1,27 and 1,24)
1.17	G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-poor (This parâmetro must be between 1,17 and 1,13)
1.5	G_SH-Gas-fired space heater-poor (This parâmetro must be between 1,50 and 1,41)
1.08	E_Immersion-Electric immersion heater-poor (This parâmetro must be between 1,08 and 1,03)
1.25	E-Direct electric heat generator-poor (This parâmetro must be between 1,25 and 1,02)
0.5	HP_Air-Heat pump,heat source external air-poor (This parâmetro must be between 0,50 and 0,37)
0.52	HP_Ground-Heat pump,heat source ground-poor (This parâmetro must be between 0,52 and 0,31)

Tabela XVII.13. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0.36	HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-poor (This parâmetro must be between 0,36 and 0,33)
2.96	Stove-Stove-poor (This parâmetro must be between 2,96 and 1,92)
4.44	OpenFire-Open fire-poor (This parâmetro must be between 4,44 and 3,39)
1.34	TS-District heating transfer station-poor (This parâmetro must be between 1,34 and 1,13)
1.67	CHP-Combined heat and power generation-poor
0	Solat-Thermal solar plant-poor
1.36	B_NC-Boiler,non-condensing-medium (This parâmetro must be between 1,92 and 1,13)
1.13	B_C-Boiler,condensing-medium (This parâmetro must be between 1,31 and 1,06)
1.52	B_WP-Wood-pellets boiler-medium (This parâmetro must be between 2,12 and 1,31)
1.24	G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-medium (This parâmetro must be between 1,27 and 1,20)
1.13	G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-medium (This parâmetro must be between 1,17 and 1,10)
1.41	G_SH-Gas-fired space heater-medium (This parâmetro must be between 1,50 and 1,29)
1.03	E_Immersion-Electric immersion heater-medium (This parâmetro must be between 1,08 and 1,0)
1.02	E-Direct electric heat generator-medium (This parâmetro must be between 1,25 and 1,0)
0.37	HP_Air-Heat pump,heat source external air-medium (This parâmetro must be between 0,5 and 0,30)
0.31	HP_Ground-Heat pump,heat source ground-medium (This parâmetro must be between 0,52 and 0,21)
0.33	HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-medium (This parâmetro must be between 0,36 and 0,31)
1.92	Stove-Stove-medium (This parâmetro must be between 2,96 and 1,40)
3.39	OpenFire-Open fire-medium (This parâmetro must be between 4,44 and 2,44)
1.13	TS-District heating transfer station-medium (This parâmetro must be between 1,34 and 1,06)
1.67	CHP-Combined heat and power generation-medium
0	Solat-Thermal solar plant-medium
1.13	B_NC-Boiler,non-condensing-high (This parâmetro must be between 1,13 and 0)
1.06	B_C-Boiler,condensing-high (This parâmetro must be between 1,06 and 0)
1.31	B_WP-Wood-pellets boiler-high (This parâmetro must be between 1,31 and 0)
1.2	G_IWH_NC-Gas-fired instantaneous water heater,non-condensing-high (This parâmetro must be between 1,20 and 0)
1.1	G_IWH_C-Gas-fired instantaneous water heater,condensing-high (This parâmetro must be between 1,10 and 0)
1.29	G_SH-Gas-fired space heater-high (This parâmetro must be between 1,29 and 0)
1	E_Immersion-Electric immersion heater-high (This parâmetro must be between 1,0 and 0)
1	E-Direct electric heat generator-high (This parâmetro must be between 1,0 and 0)
0.3	HP_Air-Heat pump,heat source external air-high (This parâmetro must be between 0,30 and 0)
0.21	HP_Ground-Heat pump,heat source ground-high (This parâmetro must be between 0,21 and 0)



Tabela XVII.14. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	0.31	HP_ExhAir-Heat pump,heat source exhaust air-high (This parâmetro must be between 0,31 and 0)
	1.4	Stove-Stove-high (This parâmetro must be between 1,40 and 0)
	2.44	OpenFire-Open fire-high (This parâmetro must be between 2,44 and 0)
	1.06	TS-District heating transfer station-high (This parâmetro must be between 1,06 and 0)
	1.67	CHP-Combined heat and power generation-high
	0	Solat-Thermal solar plant-high
	0	Doesn't exist
<u>e g H Electricity 1:e g H Electricity 2:e g H Electricity 3</u>		Energy expenditure coefficient for electricity generation (ratio fuel to produced electricity in case of chp) of heat generator for space heating systems
	3.33	CHP-poor
	3.33	CHP-medium
	3.33	CHP-high
	0	Other systems
<u>q<sub>s,h</sub> (kWh/m<sup>2</sup>a)</u>		Annual effective heat loss of the heating system storage per m <sup>2</sup> reference floor area
	0	No heat storage-poor
	15.9	BS-Buffer storage-poor (This parâmetro must be between 15,9 and 6,5)
	0	No heat storage-medium
	6.5	BS-Buffer storage-medium (This parâmetro must be between 15,9 and 2,2)
	0	No heat storage-high
	2.2	BS-Buffer storage-high (This parâmetro must be between 2,2 and 0)
<u>q<sub>d,h</sub> (kWh/m<sup>2</sup>a)</u>		Annual effective heat loss of the space heating distribution system per m <sup>2</sup> reference floor area
	0	D-Decentral system-poor
	21.4	C_Int-Central heating,all pipes inside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 21,4 and 6,5)
	39	C_Ext-Central heating,fraction of pipeline outside of thermal envelope-poor (This parâmetro must be between 39,0 and 13,0)
	0	D-Decentral system-medium
	6.5	C_Int-Central heating,all pipes inside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 21,4 and 1,7)
	13	C_Ext-Central heating,fraction of pipeline outside of thermal envelope-medium (This parâmetro must be between 39,0 and 3,1)
	0	D-Decentral system-high
	1.7	C_Int-Central heating,all pipes inside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 1,7 and 0)
	3.1	C_Ext-Central heating,fraction of pipeline outside of thermal envelope-high (This parâmetro must be between 3,1 and 0)
<u>q<sub>del,h,aux</sub> (kWh/m<sup>2</sup>a)</u>		Annual auxiliary energy use of heat generator of the heating system per m <sup>2</sup> reference floor area
	0	D-Decentral system,no distribution ducts available-poor
	8.9	C-Central heating,distribution by pipeline-poor (This parâmetro must be between 8,9 and 3,6)
	0	D-Decentral system,no distribution ducts available-medium
	3.6	C-Central heating,distribution by pipeline-medium (This parâmetro must be between 8,9 and 0,9)
	0	D-Decentral system,no distribution ducts available-high
	0.9	C-Central heating,distribution by pipeline-high (This parâmetro must be between 0,9 and 0)
<u>Code SysC_EC1:Code SysC_EC2:Code SysC_EC3</u>		Code of energy carrier for space cooling systems
El		Electricity-prEN15603

Tabela XVII.15. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

El-REH	Electricity-REH
Other	Other energy carriers
-	Not existent or no energyware
<u>Fraction SysC G 2;Fraction SysC G 3</u>	Fraction of produced cooling by cooling generator for space cooling systems If exist more than one cooling generator,you must indicate which fraction correspond to each one (%)
<u>e g C Cool 1:e g C Cool 2:e g C Cool 3</u>	Cool generation expenditure factor of cool generator used for space cooling
0.31	Split,Multissplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,31 and 0)
0.32	Split,Multissplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,31 and 0,32)
0.35	Split,Multissplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,32 and 0,35)
0.37	Split,Multissplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,35 and 0,37)
0.4	Split,Multissplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,37 and 0,4)
0.43	Split,Multissplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,4 and 0,43)
0.45	Split,Multissplit and VRF system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,43 and 0,45)
0.33	Split,Multissplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,33 and 0)
0.34	Split,Multissplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)
0.37	Split,Multissplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,34 and 0,37)
0.4	Split,Multissplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,37 and 0,40)
0.43	Split,Multissplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,40 and 0,43)
0.48	Split,Multissplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,43 and 0,48)
0.5	Split,Multissplit and VRF compact system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,48 and 0,50)
0.28	Split and Multissplit system with exterior exchange water-efficiency energy A (This parâmetro must be between 0,28 and 0)
0.29	Split and Multissplit system with exterior exchange water-efficiency energy B (This parâmetro must be between 0,28 and 0,29)
0.31	Split and Multissplit system with exterior exchange water-efficiency energy C (This parâmetro must be between 0,29 and 0,31)
0.34	Split and Multissplit system with exterior exchange water-efficiency energy D (This parâmetro must be between 0,31 and 0,34)
0.38	Split and Multissplit system with exterior exchange water-efficiency energy E (This parâmetro must be between 0,34 and 0,38)
0.43	Split and Multissplit system with exterior exchange water-efficiency energy F (This parâmetro must be between 0,38 and 0,43)
0.45	Split and Multissplit system with exterior exchange water-efficiency energy G (This parâmetro must be between 0,43 and 0,45)
0.23	Split and Multissplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy A (This parâmetro must be between 0,23 and 0)
0.24	Split and Multissplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy B (This parâmetro must be between 0,23 and 0,24)
0.25	Split and Multissplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy C (This parâmetro must be between 0,24 and 0,25)

Tabela XVII.16. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0.27	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy D (This parâmetro must be between 0,25 and 0,27)
0.3	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy E (This parâmetro must be between 0,27 and 0,30)
0.33	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy F (This parâmetro must be between 0,30 and 0,33)
0.34	Split and Multisplit compact system with exterior exchange water-efficiency energy G (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)
0.33	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,33 and 0)
0.34	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)
0.37	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,34 and 0,37)
0.4	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,37 and 0,40)
0.43	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,40 and 0,43)
0.48	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,43 and 0,48)
0.5	Rooftop system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,48 and 0,5)
0.23	Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,23 and 0)
0.24	Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,23 and 0,24)
0.25	Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,24 and 0,25)
0.27	Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,25 and 0,27)
0.3	Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,27 and 0,3)
0.33	Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,3 and 0,33)
0.34	Rooftop system with exterior exchange water-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,33 and 0,34)
0.32	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency A (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)
0.33	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency B (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)
0.36	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency C (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)
0.38	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency D (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)
0.42	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency E (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)
0.45	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency F (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)
0.48	Chiller (Compression heat pump) system with outdoor air exchange-energy efficiency G (This parâmetro must be between 3,6 and 2,6)
0.2	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency A (This parâmetro must be between 0,20 and 0)
0.21	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency B (This parâmetro must be between 0,20 and 0,21)
0.22	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency C (This parâmetro must be between 0,21 and 0,22)

Tabela XVII.17. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0.25	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency D (This parâmetro must be between 0,22 and 0,25)
0.27	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency E (This parâmetro must be between 0,25 and 0,27)
0.31	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency F (This parâmetro must be between 0,27 and 0,31)
0.33	Chiller (Compression heat pump) system with exterior exchange water-energy efficiency G (This parâmetro must be between 0,31 and 0,33)
0	Doesn't exist
<u>fp.total SysW_EC1:fp.total SysW_EC2:fp.total SysW_EC3 (kWh)</u>	Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for dhw systems
1.35	Natural gas-prEN15603
1.35	Natural gas E-prEN15603
1.35	Natural gas LL-prEN15603
1.35	Liquid gas-prEN15603
1	Natural gas-REH
1	Natural gas E-REH
1	Natural gas LL-REH
1	Liquid gas-REH
1.36	Heating oil-prEN15603
1	Heating oil-REH
0	Coal-prEN15603
0	Hard coal-prEN15603
0	Lignite coal-prEN15603
1	Coal-REH
1	Hard coal-REH
1	Lignite coal-REH
1.06	Biomass-prEN15603
1.06	Firewood-prEN15603
1.06	Wood pellets-prEN15603
1.06	Wood chips-prEN15603
1.06	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEN15603
1	Biomass-REH
1	Firewood-REH
1	Wood pellets-REH
1	Wood chips-REH
1	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
3.31	Electricity-prEN15603
3.31	Off-peak electricity-prEN15603
3.31	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
2.5	Electricity-REH
0	District heating-prEN15603
0	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603

Tabela XVII.18. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	0	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
	0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
	0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
	0	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
	0	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
	0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
	0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
	0	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
	0	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
	0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
	0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
	1	Diesel_Oil-REH
	1	Channeled_GPL-REH
	1	Bottles_GPL-REH
	0	Other energy carriers
	0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fp.total_SysW_EIAux (kWh)</u>		Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for auxiliary electricity to dhw systems (kWh)
		In the case of auxiliary electricity use associated with your system dhw, please put the value in the cell of the factor of the total primary energy associated with electricity for auxiliary dhw systems.
	3.31	prEN 15603
	2.5	REH
<u>fp.total_SysW_EIProd (kWh)</u>		Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for electricity production to dhw systems
		In the case of electricity use associated with your system dhw, please put the value in the cell of the factor of the total primary energy associated with electricity production for dhw systems.
	3.31	prEN 15603
	2.5	REH
<u>fp.nonren_SysW_EC1:fp.nonren_SysW_EC2:fp.nonren_SysW_EC3 (kWh/kWh)</u>		Primary energy factor, only non-renewable energy for dhw systems
	1.35	Natural gas-prEN15603
	1.35	Natural gas E-prEN15603
	1.35	Natural gas LL-prEN15603
	1.35	Liquid gas-prEN15603
	1	Natural gas-REH
	1	Natural gas E-REH
	1	Natural gas LL-REH
	1	Liquid gas-REH
	1.36	Heating oil-prEN15603
	1	Heating oil-REH
	0	Coal-prEN15603

Tabela XVII.19. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0	Hard coal-prEN15603
0	Lignite coal-prEN15603
1	Coal-REH
1	Hard coal-REH
1	Lignite coal-REH
0.06	Biomass-prEN15603
0.06	Firewood-prEN15603
0.06	Wood pellets-prEN15603
0.06	Wood chips-prEN15603
0.06	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEN15603
1	Biomass-REH
1	Firewood-REH
1	Wood pellets-REH
1	Wood chips-REH
1	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
3.14	Electricity-prEN15603
3.14	Off-peak electricity-prEN15603
3.14	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
2.5	Electricity-REH
0	District heating-prEN15603
0	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	Diesel_Oil-REH
0	Channeled_GPL-REH
0	Bottles_GPL-REH
0	Other energy carriers

Tabela XVII.20. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fp.nonren_SysW_ElAux (kWh/kWh)</u>		Primary energy factor, only non-renewable energy for auxiliary electricity to dhw systems
		In the case of non-renewable auxiliary electricity use associated with your system dhw, please put the value in the cell of the primary energy factor only for non-renewable energy associated with electricity for auxiliary dhw systems.
	3.14	prEN 15603
	2.5	REH
<u>fp.nonren_SysW_ElProd (kWh/kWh)</u>		Primary energy factor, only non-renewable energy for electricity production to dhw systems
		In the case of non-renewable electricity use associated with your system dhw, please put the value in the cell of the primary energy factor only for non-renewable energy associated with electricity production for dhw systems.
	3.14	prEN 15603
	2.5	REH
<u>fCO2_SysW_EC1:fCO2_SysW_EC2:fCO2_SysW_EC3 (g/kWh)</u>		CO2 emission factor for dhw systems
	330	Natural gas-prEN15603
	330	Natural gas E-prEN15603
	330	Natural gas LL-prEN15603
	330	Liquid gas-prEN15603
	202	Natural gas-REH
	202	Natural gas E-REH
	202	Natural gas LL-REH
	202	Liquid gas-REH
	277	Heating oil-prEN15603
	0	Heating oil-REH
	0	Coal-prEN15603
	0	Hard coal-prEN15603
	0	Lignite coal-prEN15603
	0	Coal-REH
	0	Hard coal-REH
	0	Lignite coal-REH
	4	Biomass-prEN15603
	4	Firewood-prEN15603
	4	Wood pellets-prEN15603
	4	Wood chips-prEN15603
	4	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEN15603
	0	Biomass-REH
	0	Firewood-REH
	0	Wood pellets-REH
	0	Wood chips-REH
	0	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
	617	Electricity-prEN15603
	617	Off-peak electricity-prEN15603
	617	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
	144	Electricity-REH
	0	District heating-prEN15603
	0	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
	0	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603

Tabela XVII.21. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
267	Diesel_Oil-REH
170	Channeled_GPL-REH
170	Bottles_GPL-REH
0	Other energy carriers
0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fCO2_SysW_ElAux (g/kWh)</u>	CO2 emission factor for auxiliary electricity to dhw systems
	In the case of auxiliary electricity use associated with your system dhw with CO2 please put the value in the cell of the factor of CO2 emission associated with electricity for auxiliary dhw systems.
617	prEN 15603
144	REH
<u>fCO2_SysW_ElProd (g/kWh)</u>	CO2 emission factor for electricity production to dhw systems
	In the case of electricity use associated with your system dhw with CO2, please put the value in the cell of the factor of CO2 emission associated with electricity production for dhw systems.
617	prEN 15603
144	REH
<u>fp_SysW_EC1:fp_SysW_EC2:fp_SysW_EC3 (€/kWh)</u>	Price of the energy carrier for dhw systems
	You should put the cost per kWh associated with your system dhw. Below are some examples for different types of energy that we presented.
0.0836	Electricity-Eurostat
0.2081	Natural gas-Eurostat
0.16	GPL gas



Tabela XVII.22. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	0.11	Diesel
	0.054	Biomass
	0.05	Heat pump (COP=2,5)
<u>fp_SysW_ElAux (€/kWh)</u>		Price of the energy carrier for auxiliary electricity to dhw systems
		You should put the cost per kWh associated with your auxiliary electricity system dhw. Below are some examples for different types of energy that we presented.
	0.0836	Electricity-Eurostat
<u>fp_SysW_ElProd (€/kWh)</u>		Price of the energy carrier for electricity production to dhw systems
		You should put the cost per kWh associated with your dhw system on the production of electricity. Below are some examples for different types of energy we present.
	0.0836	Electricity-Eurostat
<u>fp.total_SysH_EC1:fp.total_SysH_EC2:fp.total_SysH_EC3 (kWh)</u>		Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for heating systems
	1.35	Natural gas-prEN15603
	1.35	Natural gas E-prEN15603
	1.35	Natural gas LL-prEN15603
	1.35	Liquid gas-prEN15603
	0	Natural gas-REH
	0	Natural gas E-REH
	0	Natural gas LL-REH
	0	Liquid gas-REH
	1.36	Heating oil-prEN15603
	0	Heating oil-REH
	0	Coal-prEN15603
	0	Hard coal-prEN15603
	0	Lignite coal-prEN15603
	0	Coal-REH
	0	Hard coal-REH
	0	Lignite coal-REH
	1.06	Biomass-prEN15603
	1.06	Firewood-prEN15603
	1.06	Wood pellets-prEN15603
	1.06	Wood chips-prEN15603
	1.06	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEN15603
	0	Biomass-REH
	0	Firewood-REH
	0	Wood pellets-REH
	0	Wood chips-REH
	0	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
	3.31	Electricity-prEN15603
	3.31	Off-peak electricity-prEN15603
	3.31	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
	2.5	Electricity-REH
	0	District heating-prEN15603
	0	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
	0	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
	0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
	0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603

Tabela XVII.23. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	Diesel_Oil-REH
0	Channeled_GPL-REH
0	Bottles_GPL-REH
0	Other energy carriers
0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fp.total SysH ElAux (kWh)</u>	Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for auxiliary electricity to heating systems (kWh)
	In the case of auxiliary electricity use associated with your heating system, please put the value in the cell of the factor of the total primary energy associated with electricity for auxiliary heating systems.
3.31	prEN 15603
2.5	REH
<u>fp.total SysH ElProd (kWh)</u>	Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for electricity production to heating systems
	In the case of electricity use associated with your heating system, please put the value in the cell of the factor of the total primary energy associated with electricity production for heating systems.
3.31	prEN 15603
2.5	REH
<u>fp.nonren SysH EC1:fp.nonren SysH EC2:fp.nonren SysH EC3 (kWh/kWh)</u>	Primary energy factor, only non-renewable energy for heating systems
1.35	Natural gas-prEN15603
1.35	Natural gas E-prEN15603
1.35	Natural gas LL-prEN15603
1.35	Liquid gas-prEN15603
1	Natural gas-REH
1	Natural gas E-REH
1	Natural gas LL-REH
1	Liquid gas-REH

Tabela XVII.24. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

1.36	Heating oil-prEN15603
1	Heating oil-REH
0	Coal-prEN15603
0	Hard coal-prEN15603
0	Lignite coal-prEN15603
1	Coal-REH
1	Hard coal-REH
1	Lignite coal-REH
0.06	Biomass-prEN15603
0.06	Firewood-prEN15603
0.06	Wood pellets-prEN15603
0.06	Wood chips-prEN15603
0.06	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEN15603
1	Biomass-REH
1	Firewood-REH
1	Wood pellets-REH
1	Wood chips-REH
1	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
3.14	Electricity-prEN15603
3.14	Off-peak electricity-prEN15603
3.14	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
2.5	Electricity-REH
0	District heating-prEN15603
0	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	Diesel_Oil-REH
0	Channeled_GPL-REH

Tabela XVII.25. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	0	Bottles_GPL-REH
	0	Other energy carriers
	0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fp.nonren_SysH_ElAux (kWh/kWh)</u>		Primary energy factor, only non-renewable energy for auxiliary electricity to heating systems
		In the case of non-renewable auxiliary electricity use associated with your heating system, please put the value in the cell of the primary energy factor only for non-renewable energy associated with electricity for auxiliary heating systems.
	3.14	prEN 15603
	2.5	REH
<u>fp.nonren_SysH_ElProd (kWh/kWh)</u>		Primary energy factor, only non-renewable energy for electricity production to heating systems
		In the case of non-renewable electricity use associated with your heating system, please put the value in the cell of the primary energy factor only for non-renewable energy associated with electricity production for heating systems.
	3.14	prEN 15603
	2.5	REH
<u>fCO2_SysH_EC1:fCO2_SysH_EC2:fCO2_SysH_EC3 (g/kWh)</u>		CO2 emission factor for heating systems
	330	Natural gas-prEN15603
	330	Natural gas E-prEN15603
	330	Natural gas LL-prEN15603
	330	Liquid gas-prEN15603
	202	Natural gas-REH
	202	Natural gas E-REH
	202	Natural gas LL-REH
	202	Liquid gas-REH
	277	Heating oil-prEN15603
	0	Heating oil-REH
	0	Coal-prEN15603
	0	Hard coal-prEN15603
	0	Lignite coal-prEN15603
	0	Coal-REH
	0	Hard coal-REH
	0	Lignite coal-REH
	4	Biomass-prEN15603
	4	Firewood-prEN15603
	4	Wood pellets-prEN15603
	4	Wood chips-prEN15603
	4	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-prEN15603
	0	Biomass-REH
	0	Firewood-REH
	0	Wood pellets-REH
	0	Wood chips-REH
	0	Other biomass, if different from firewood or wood pellets-REH
	617	Electricity-prEN15603
	617	Off-peak electricity-prEN15603
	617	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
	144	Electricity-REH
	0	District heating-prEN15603

Tabela XVII.26. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

0	District heating, fuel gas, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel gas, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel oil, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel coal, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation without combined heat and power (chp)-prEN15603
0	District heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 33%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 67%-prEN15603
0	district heating, fuel biomass, heat generation with combined heat and power (chp) fraction 100%-prEN15603
267	Diesel_Oil-REH
170	Channeled_GPL-REH
170	Bottles_GPL-REH
0	Other energy carriers
0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fCO2_SysH_ElAux (g/kWh)</u>	CO2 emission factor for auxiliary electricity to heating systems
	In the case of auxiliary electricity use associated with your heating system with CO2 please put the value in the cell of the factor of CO2 emission associated with electricity for auxiliary heating systems.
617	prEN 15603
144	REH
<u>fCO2_SysH_ElProd (g/kWh)</u>	CO2 emission factor for electricity production to heating systems
	In the case of electricity use associated with your heating system with CO2, please put the value in the cell of the factor of CO2 emission associated with electricity production for heating systems.
617	prEN 15603
144	REH
<u>fp_SysH_EC1:fp_SysH_EC2:fp_SysH_EC3 (€/kWh)</u>	Price of the energy carrier for heating systems
	You should put the cost per kWh associated with your heating system. Below are some examples for different types of energy that we presented.

Tabela XVII.27. Descrição dos parâmetros para o cálculo das necessidades de energia primária para o aquecimento, arrefecimento e produção de AQS (cont.)

	0.0836	Electricity-Eurostat
	0.2081	Natural gas-Eurostat
	0.16	GPL gas
	0.11	Diesel
	0.054	Biomass
	0.05	Heat pump (COP=2,5)
<u>fp_SysH_ElAux (€/kWh)</u>		Price of the energy carrier for auxiliary electricity to heating systems
		You should put the cost per kWh associated with your auxiliary electricity heating system. Below are some examples for different types of energy that we presented.
	0.0836	Electricity-Eurostat
<u>fp_SysH_ElProd (€/kWh)</u>		Price of the energy carrier for electricity production to heating systems
		You should put the cost per kWh associated with your heating system on the production of electricity. Below are some examples for different types of energy we present.
	0.0836	Electricity-Eurostat
<u>fp.total_SysC_EC1;fp.total_SysC_EC2;fp.total_SysC_EC3 (kWh)</u>		Total primary energy factor (non-renewable + renewable energy) for cooling systems
	3.31	Electricity-prEN15603
	3.31	Off-peak electricity-prEN15603
	3.31	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
	2.5	Electricity-REH
	0	Other energy carriers
	0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fp.nonren_SysC_EC1;fp.nonren_SysC_EC2;fp.nonren_SysC_EC3 (kWh/kWh)</u>		Primary energy factor, only non-renewable energy for cooling systems
	3.14	Electricity-prEN15603
	3.14	Off-peak electricity-prEN15603
	3.14	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
	2.5	Electricity-REH
	0	Other energy carriers
	0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fCO2_SysC_EC1;fCO2_SysC_EC2;fCO2_SysC_EC3 (g/kWh)</u>		CO2 emission factor for cooling systems
	617	Electricity-prEN15603
	617	Off-peak electricity-prEN15603
	617	Electricity production by combined heat-power generation-prEN15603
	144	Electricity-REH
	0	Other energy carriers
	0	Not existent or no energyware (e.g. solar heat produced in the building)
<u>fp_SysC_EC1;fp_SysC_EC2;fp_SysC_EC3 (€/kWh)</u>		Price of the energy carrier for cooling systems
		You should put the cost per kWh associated with your cooling system. Below are some examples for different types of energy that we presented.
	0.0836	Electricity-Eurostat

## Anexo XVIII. Base de dados com o coeficiente de absorção de radiação solar da superfície do elemento da envolvente opaca

Tabela XVIII.1. Base de dados dos coeficientes de absorção de radiação solar da superfície dos elementos das envolventes opacas existentes no programa

Dimensionless absorption coefficient for solar radiation of the opaque part	
Color	$\alpha$
Clear (white, cream, yellow, orange, light red)	0.40
Average (dark red, light green, light blue)	0.50
Dark (brown, dark green, bright blue, dark blue)	0.80
Ventilated systems in walls	
Inner face of the outer coat low emissivity and/or box-air-ventilated strongly-Clear	0.04
Inner face of the outer coat low emissivity and/or box-air-ventilated strongly-Average	0.05
Inner face of the outer coat low emissivity and/or box-air-ventilated strongly-Dark	0.08
Other cases-Clear	0.10
Other cases-Average	0.13
Other cases-Dark	0.20
Roofing in attic	
Strongly ventilated with normal emissivity-Clear	0.32
Strongly ventilated with low emissivity-Clear	0.28
Poorly ventilated with normal emissivity-Clear	0.40
Poorly ventilated with low emissivity-Clear	0.36

Dimensionless absorption coefficient for solar radiation of the opaque part	
Unventilated normal emissivity-Clear	0.40
Unventilated low emissivity-Clear	0.40
Strongly ventilated with normal emissivity-Average	0.40
Strongly ventilated with low emissivity-Average	0.35
Poorly ventilated with normal emissivity -Average	0.50
Poorly ventilated with low emissivity-Average	0.45
Unventilated normal emissivity-Average	0.50
Unventilated low emissivity-Average	0.50
Strongly ventilated with normal emissivity-Dark	0.64
Strongly ventilated with low emissivity-Dark	0.56
Poorly ventilated with normal emissivity-Dark	0.80
Poorly ventilated with low emissivity-Dark	0.72
Unventilated normal emissivity-Dark	0.80
Unventilated low emissivity-Dark	0.80
Doesn't exist	0.00

## Anexo XIX. Locais e parâmetros térmicos inseridos no programa

Tabela XIX.1. Base de dados dos locais, período de aquecimento, temperatura externa e irradiação solar existentes no programa

Place	Heating_Days (d)	Theta_e (°C)	I_Sol_Hor (kWh)	I_Sol_East (kWh)	I_Sol_South (kWh)
Angra Heroísmo	223	15	0	0	0
Aveiro	247	14	925	565	900
Beja	211	13	805	499	836
Bragança	271	10	1016	598	949
Braga	251	13	858	513	847
Castelo Branco	227	12	823	503	864
Coimbra	229	13	791	471	813
Évora	219	13	826	508	852
Faro	193	14	752	454	796
Funchal	133	17	517	300	465
Guarda	305	10	1246	720	1049
Lisboa	203	14	718	425	742
Ponta Delgada	218	15	759	351	495
Portalegre	232	12	850	467	842
Porto	251	13	933	567	907
Santa Cruz	212	15	819	467	666
Santarém	208	14	750	443	787
Setúbal	218	13	821	484	833
Viana do Castelo	253	13	923	564	905
Vila Real	265	11	946	558	877
Viseu	263	12	976	584	926



Tabela XIX.2. Base de dados dos locais, período de aquecimento, temperatura externa e irradiação solar existentes na metodologia (cont.)

I_Sol_West (kWh)	I_Sol_North (kWh)	I_Sol_Northeast (kWh)	I_Sol_Southwest (kWh)	I_Sol_Southeast (kWh)	I_Sol_Northwest (kWh)
0	0	0	0	0	0
567	174	293	801	799	294
476	136	239	713	734	227
586	189	315	838	847	309
522	166	268	750	741	271
502	142	242	747	747	241
473	148	236	702	701	237
513	142	246	747	743	250
460	119	209	688	683	213
300	98	160	413	414	159
695	229	396	948	968	380
425	134	210	636	636	210
399	189	252	495	448	269
519	151	232	752	705	259
568	173	293	806	806	294
429	172	271	586	617	248
450	130	212	677	671	216
482	138	233	718	720	233
567	168	289	807	804	290
549	182	298	777	785	293
582	184	307	823	824	305