

# Guia SCE – Indicadores de desempenho energético (RECS)

Cálculo de Indicadores de Desempenho Energético (RECS)

---

13-Mar-20



## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>CONSUMO DE ENERGIA FINAL</b> .....	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b> .....	<b>5</b>
3.1	IEE <sub>S</sub> .....	8
3.2	IEE <sub>T</sub> .....	8
3.3	IEE <sub>REN</sub> .....	9
<b>4.</b>	<b>SIMULAÇÕES PREVISTA E DE REFERÊNCIA</b> .....	<b>10</b>

---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Procedimentos a seguir no processo de determinação dos IEE.....	5
Figura 2 – Consumos no IEEs e IEE <sub>T</sub> (Tabela I.01 da Portaria n.º 349-D/2013). ....	6

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Exemplo de consumos a considerar para determinação do IEE <sub>s</sub> e IEE <sub>t</sub> .....	7
Tabela 2 – Simulações Prevista e de Referência: Envolvente opaca. ....	10
Tabela 3 – Simulações Prevista e de Referência: Envolvente envidraçada ( $U_w$ e $g_T$ ).....	10
Tabela 4 – Simulações Prevista e de Referência: Cor da envolvente. ....	10
Tabela 5 – Simulações Prevista e de Referência: Sombreamento de vãos envidraçados. ....	11
Tabela 6 – Simulações Prevista e de Referência: Características geométricas. ....	11
Tabela 7 – Simulações Prevista e de Referência: Ventilação mecânica e caudais de ar novo.....	11
Tabela 8 – Simulações Prevista e de Referência: Ventilação natural e caudais de ar novo.....	11
Tabela 9 – Simulações Prevista e de Referência: Materiais de baixa emissão poluente.....	12
Tabela 10 – Simulações Prevista e de Referência: Caudais de extração.....	12
Tabela 11 – Simulações Prevista e de Referência: Ventiladores. ....	12
Tabela 12 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de climatização – Produção.....	13
Tabela 13 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de climatização – Redes Urbanas.....	13
Tabela 14 – Simulações Prevista e de Referência: Condições interiores.....	14
Tabela 15 – Simulações Prevista e de Referência: Sistema de climatização – Bombas. ....	14
Tabela 16 – Simulações Prevista e de Referência: Soluções de eficiência energética. ....	14
Tabela 17 – Simulações Prevista e de Referência: Perfis de utilização.....	14
Tabela 18 – Simulações Prevista e de Referência: Produção de AQS. ....	15
Tabela 19 – Simulações Prevista e de Referência: AQS – Condições de utilização.....	15
Tabela 20 – Simulações Prevista e de Referência: AQS – Bombas de recirculação.....	15
Tabela 21 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas solares térmicos.....	15
Tabela 22 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de aproveitamento de biomassa. ....	16
Tabela 23 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de energia aerotérmica. ....	16
Tabela 24 – Simulações Prevista e de Referência: Outros sistemas de energia renováveis. ....	16
Tabela 25 – Simulações Prevista e de Referência: Consumo de ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes.....	16
Tabela 26 – Simulações Prevista e de Referência: Potência de iluminação. ....	17
Tabela 27 – Simulações Prevista e de Referência: Balastros. ....	17
Tabela 28 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de controlo. ....	17
Tabela 29 – Simulações Prevista e de Referência: Iluminação exterior.....	17
Tabela 30 – Simulações Prevista e de Referência: Perfis de ocupação.....	18
Tabela 31 – Exemplo: resultados simulação prevista. ....	19
Tabela 32 – Exemplo: resultados simulação referência. ....	19
Tabela 33 – Consumos de energia primária por fonte de energia e por tipo (IEE <sub>pr</sub> ). ....	20
Tabela 34 – Consumos energia por tipo de fonte. ....	21
Tabela 35 – Consumos de energia primária por fonte de energia e por tipo (IEE <sub>pr</sub> ). ....	22

---

Tabela 36 – Consumos energia por tipo de fonte. ....	23
Tabela 37 – Consumos de energia primária por fonte de energia e por tipo (IEE <sub>ref</sub> ).....	24

## 1. INTRODUÇÃO

O desempenho energético de edifícios de comércio e serviços assenta na comparação dos balanços de energia, previsto e referência, contabilizando-se no primeiro os consumos de energia para aquecimento, arrefecimento, ventilação, preparação de água quentes sanitárias, iluminação, elevadores, escadas e tapetes rolantes e ainda o contributo de sistemas renováveis. No balanço de referência o procedimento é similar, no entanto, considera-se a inexistência de sistemas renováveis e de sistemas de ventilação exclusivamente natural.

Os balanços de energia são determinados em condições nominais, considerando-se uma temperatura interior de 20°C na estação de aquecimento e de 25°C na estação de arrefecimento. No caso de se tratar de um edifício híbrido ou passivo (consultar definição no guia "4.1 Guia SCE – Conceitos e Definições (RECS)" o intervalo de temperatura interior a considerar na determinação do balanço previsto é de 19-27°C.

A classe energética dos edifícios de comércio e serviços é obtida pela relação entre os dois balanços acima descritos, sendo que para edifícios novos é exigido que o valor do balanço previsto seja igual ou inferior ao de referência. Para os edifícios novos licenciados após 31 de dezembro de 2020 e os edifícios novos na propriedade de uma entidade pública e ocupados por uma entidade pública após 31 de dezembro de 2018 deverão satisfazer os seguintes requisitos:

$$IEE_s \leq 75\% IEE_{s,ref} \text{ e } R_{IEE} \leq 0,50.$$

## 2. CONSUMO DE ENERGIA FINAL

As parcelas relativas aos usos (n) de aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente, humificação e desumificação, aquecimento de águas sanitárias, aquecimento de águas de piscinas, incluídas no termo IEES, devem ser calculadas de acordo com a seguinte expressão:

$$E_{S,i} = \left[ \sum_{n=n_s} \left( \sum_k \frac{f_{n,k} \cdot Q_n}{\eta_{n,k}} \right) \right]_i \left[ \frac{kWh}{ano} \right]$$

Onde:

$Q_n$  – Necessidade de energia útil para o uso n, [kWh/ano];

$f_{n,k}$  – Fração das necessidades de energia útil para o uso n, supridas pelo sistema k;

$\eta_{n,k}$  – Eficiência do sistema k, servindo o uso n;

i – Fonte de energia.

Para a utilização da expressão acima descrita, devem ser observadas as seguintes disposições:

As necessidades de energia para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente, humificação e desumificação têm de ser sempre determinadas com recurso aos métodos de simulação dinâmica multizona ou, apenas no caso do aquecimento e arrefecimento ambiente, através de cálculo dinâmico simplificado, conforme descrito na Portaria n.º 349-D/2013, com as suas alterações.

No caso da simulação dinâmica detalhada ou cálculo dinâmico simplificado permitir o cálculo do consumo de energia numa base horária, mediante o uso da informação da curva de eficiência do sistema em função da carga, poder-se-á substituir, na expressão anterior,  $\sum_k \frac{f_{n,k} \cdot Q_n}{\eta_{n,k}}$ , por  $W_n$ , que representa o consumo de energia para o uso n, expresso kWh/ano.

As necessidades de energia relativas à preparação de água quente sanitária (AQS) são calculadas por:

$$Q_a = \frac{(C_{aqs} \times 4,187 \times \Delta T)}{3\,600} [kWh/ano]$$

Onde:

$Q_a$  – Energia global necessária para a preparação de AQS, [kWh/ano];

$C_{aqs}$  – Consumo anual de AQS, [l/ano];

$\Delta T$  – Aumento de temperatura necessário à preparação de AQS, [°C].

### **P&R L7.v1, versão outubro de 2018**

Num edifício enquadrado no âmbito do RECS, o aumento de temperatura a utilizar para determinar o consumo de AQS não possui um valor fixo, sugerindo-se que se utilize o valor de projeto para efeitos de PCE e o valor verificado no local para efeitos de CE.

Adicionalmente, e no que respeita a acumulação de água, é referido no nº 8.3.2 da Portaria nº 349-D/2013, que "O sistema de acumulação de AQS deverá dispor de mecanismos ou estratégias destinadas a prevenir o desenvolvimento de *legionella spp.*". Assim, os sistemas considerados para preparação de Água Quente sanitária devem respeitar o disposto na Lei nº 52/2018 de 20 de agosto que estabelece o regime de prevenção e controlo da presença de colónias de *Legionella* e na Portaria n.º 353-A/2013.

As necessidades de energia para o aquecimento da água das piscinas são calculadas de acordo com a metodologia descrita na Norma Portuguesa 4448.

#### O cálculo das parcelas de energia final relativas a:

- a. Iluminação interior, dedicada e pontual, ou exterior;
- b. Sistemas de ventilação, recirculação de ar no interior dos espaços climatizados, insuflação e extração de ar novo;
- c. Bombas associadas ao sistema de climatização, centrais de bombagem de água potável, denominadas como hidropressoras, e esgotos;
- d. Ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes;
- e. Equipamentos de frio;
- f. Outros equipamentos não contemplados nas categorias anteriores.



Deverá ser realizado de acordo com as seguintes expressões, conforme aplicável:

$$E_{S,i} = \left[ \sum_{n=n_s} \left( \sum_k f_{n,k} \cdot W_{n,k} \right) \right]_i \text{ [kWh/ano]}$$

$$E_{T,i} = \left[ \sum_{n=n_T} \left( \sum_k f_{n,k} \cdot W_{n,k} \right) \right]_i \text{ [kWh/ano]}$$

Devendo, na sua aplicação, ser observadas as seguintes disposições:

- Para o consumo de energia anual do equipamento ou sistema  $W_{n,k}$  podem utilizar-se os resultados obtidos diretamente da simulação dinâmica multizona ou do cálculo dinâmico simplificado.
- Na ausência da informação relativa ao consumo referido no ponto anterior, e como alternativa, pode-se recorrer ao cálculo anual simples do consumo de energia do equipamento ou sistema  $W_{n,k}$  a partir de uma das seguintes formulações:

$$W_{n,k} = \sum_h (w_{n,k})_h \text{ [kWh/ano]}$$

$$W_{n,k} = P_k \cdot nh_e = P_k \cdot \sum_h f_h \text{ [kWh/ano]}$$

Onde:

$W_{n,k}$  – Consumo de energia do equipamento ou sistema  $k$  na hora  $h$ , [kWh];

$P_k$  – Potência absorvida pelo equipamento, [kW];

$nh_e$  – Número de horas equivalentes em funcionamento, [h/ano];

$f_h$  – Fração de uso na hora  $h$  [h].

O número de horas equivalentes de funcionamento corresponde à soma anual das frações de uso na hora ( $h$ ), sendo genericamente estimado pelos perfis de utilização em dias tipo, à exceção das situações em que seja necessário recorrer à simulação dinâmica multizona ou cálculo dinâmico simplificado, para determinação do perfil.

### 3. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O desempenho energético de um edifício de comércio e serviços é aferido através da comparação do seu Indicador de Eficiência Energética (IEE) com o de um edifício de referência.

O IEE corresponde ao somatório de todos os consumos do edifício convertidos em energia primária por unidade de área aos quais se subtrai a produção de origem renovável, igualmente convertida em energia primária por unidade de área. Os consumos são desagregados nos tipos “S” e “T”, contabilizando-se apenas os primeiros para efeitos de determinação da classe energética, desprezando-se os segundos para este efeito.

$$IEE = IEE_S + IEE_T - IEE_{ren} [kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)]$$

Seguidamente, apresentam-se os procedimentos de “boas práticas”, que deverão ser utilizados como referência para os PQ durante o processo de determinação dos Indicadores de Eficiência Energética (IEE), recorrendo a simulação dinâmica. Estes dividem-se nas seguintes etapas principais, de acordo com o contexto do edifício (Figura 1):

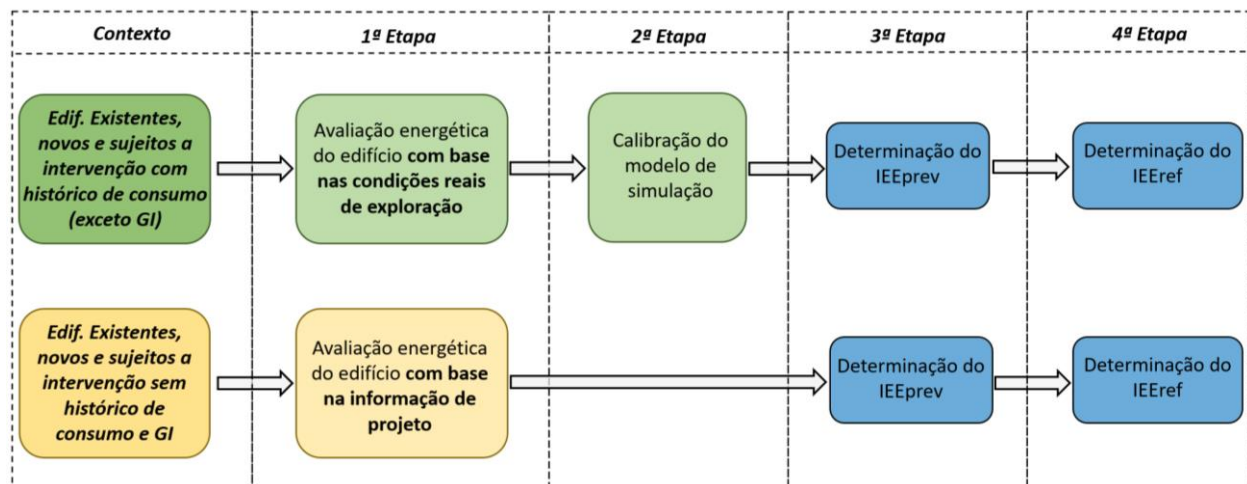


Figura 1 – Procedimentos a seguir no processo de determinação dos IEE.

**1ª Etapa - Avaliação energética do edifício:** é efetuada a caracterização detalhada das condições de exploração de energia do edifício ou fração, com vista a identificar os diferentes vetores energéticos e a caracterizar os consumos energéticos, de acordo com os procedimentos descritos no guia “4.2 Guia SCE – Recolha de informação (RECS)”.

**2ª Etapa - Calibração do modelo de simulação (aplicável apenas a edifícios existentes, novos ou alvo de intervenção com histórico de consumo de energia e GI):** resulta da comparação dos consumos de energia do edifício (por forma de energia) obtidos por simulação dinâmica com o consumo energético faturado e/ou medido por

avaliação energética. O modelo de simulação a calibrar tem por base as condições reais de funcionamento do edifício identificadas na 1ª Etapa, e considera-se calibrado o modelo cujos resultados não apresentem um desvio superior a +/- 10% do consumo energético faturado e e/ou medido por avaliação energética. Esta etapa é essencial para validação dos perfis de funcionamento de todos os consumidores de energia do edifício, bem como dos perfis de ocupação. Uma calibração adequada atribui maior grau de confiança ao modelo de simulação utilizado, permitindo assim que os resultados da análise económica da implementação das medidas de melhoria sejam mais fidedignos.

(Nota: Os resultados obtidos nesta etapa, referentes aos consumos energéticos do edifício, não serão considerados para efeitos da determinação do desempenho energético da fração ou edifício).

**3ª Etapa - Determinação do IEE<sub>prev</sub>:** Após o modelo de simulação dinâmica ter sido calibrado, tendo por base o modelo desenvolvido na 2ª Etapa, deve proceder-se por meio de simulação dinâmica à obtenção do consumo de energia total do edifício adotando as condições previstas na tabela I.04 da Portaria n.º 349-D/2013, na sua versão mais atual.

**4ª Etapa - Determinação do IEE<sub>ref</sub>:** Utilizando como base modelo de simulação da 3ª Etapa, deverá proceder-se à obtenção do consumo de energia total para o edifício de referência adotando as condições previstas na tabela I.07 da Portaria n.º 349 D/2013, na sua versão mais atual.

Os consumos a considerar para determinação dos IEE<sub>s</sub> e IEE<sub>T</sub> constam na Tabela I.01 da Portaria n.º 349-D/2013 onde:

Consumos no IEE <sub>s</sub>	Consumos no IEE <sub>T</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- aquecimento e arrefecimento ambiente, incluindo humidificação e desumidificação</li> <li>- ventilação e bombagem em sistemas de climatização</li> <li>- aquecimento de águas sanitárias e de piscinas</li> <li>- iluminação interior</li> <li>- elevadores, escadas e tapetes rolantes (a partir de 1 de janeiro de 2016)</li> <li>- iluminação exterior (a partir de 1 de janeiro de 2016)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ventilação e bombagem não associada ao controlo de carga térmica</li> <li>- equipamentos de frio</li> <li>- iluminação dedicada e de utilização pontual</li> <li>- elevadores, escadas e tapetes rolantes (até 31 de dezembro de 2015)</li> <li>- iluminação exterior (até 31 de dezembro de 2015)</li> <li>- todos os restantes equipamentos e sistemas não incluídos em IEE<sub>s</sub></li> </ul>

Figura 2 – Consumos no IEE<sub>s</sub> e IEE<sub>T</sub> (Tabela I.01 da Portaria n.º 349-D/2013).

Saliente-se que os consumo de elevadores, escadas e tapetes rolantes e iluminação exterior apenas passaram a ser do tipo “S” a partir do 1 de janeiro do ano de 2016.

Na tabela seguinte apresentam-se, a título exemplificativo, alguns exemplos de consumos que possam suscitar dúvidas ao PQ sobre em que tipo de IEE devem ser incluídos.

Tabela 1 – Exemplo de consumos a considerar para determinação do IEEs e IEEt.

Consumos	IEEs	IEEt
Bombas de circulação que garantem o circuito de água quente em piscinas (primário e secundário)	X	
Bombas hidropressoras		X
Ventilação de espaços do tipo A não climatizados		X
Ventilação de espaços do tipo A climatizados direta ou indiretamente	X	
Ventilação de espaços do tipo B		X
Equipamentos de climatização de espaços do tipo B <sup>1</sup>		X
Iluminação de espaços do tipo B	X	
Iluminação dedicada de obras de arte em museus		X
Iluminação de montras		X
Iluminação de emergência		
Câmaras de refrigeração		X
Elevadores do tipo monta cargas		X

<sup>1</sup> Para efeitos da emissão do certificado energético, estes equipamentos não devem ser inseridos no formulário, devendo ser caracterizados em notas e observações.

### 3.1 IEE<sub>s</sub>

O IEE<sub>s</sub> representa os consumos de energia que são considerados para efeitos de cálculo da classificação energética do edifício, sendo determinado pela expressão seguinte:

$$IEE_S = \frac{1}{A_p} \sum_i (E_{S,i} \cdot F_{pu,i}) \text{ [kWh}_{EP}/(m^2 \cdot \text{ano})]$$

Onde:

E<sub>S,i</sub> – Consumo de energia por fonte de energia i para os usos do tipo S, [kWh/ano];

A<sub>p</sub> – Área interior útil de pavimento, [m<sup>2</sup>];

F<sub>(pu,i)</sub> – Fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh<sub>EP</sub>/kWh].

### 3.2 IEE<sub>T</sub>

O IEE<sub>T</sub> representa os consumos de energia que não são considerados para efeitos de cálculo da classificação energética do edifício, sendo determinado pela expressão seguinte:

$$IEE_T = \frac{1}{A_p} \sum_i (E_{T,i} \cdot F_{pu,i}) \text{ [kWh}_{EP}/(m^2 \cdot \text{ano})]$$

Onde:

E<sub>T,i</sub> – Consumo de energia por fonte de energia i para os usos do tipo T, [kWh/ano];

A<sub>p</sub> – Área interior útil de pavimento, [m<sup>2</sup>];

F<sub>pu,i</sub> – Fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh<sub>EP</sub>/kWh].

### 3.3 IEE<sub>REN</sub>

O IEE<sub>ren</sub> é determinado com base na produção de energia elétrica e térmica a partir de fontes de energias renováveis,  $E_{ren,i}$ , sendo que apenas deverá ser contabilizada a energia elétrica destinada a autoconsumo, a energia térmica efetivamente utilizada ou passível de ser utilizada no edifício e a contribuição da energia renovável obtida através das bombas de calor.

$$IEE_{ren} = \frac{1}{A_p} \sum_i (E_{ren,i} \cdot F_{pu,i}) [kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)]$$

Onde:

$E_{ren,i}$  – Produção de energia por fonte de energia  $i$  a partir de fontes de origem renovável para consumo, calculada de acordo com as regras aplicáveis previstas para o efeito em Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia, [kWh/ano];

$A_p$  – Área interior útil de pavimento, [m<sup>2</sup>];

$F_{pu,i}$  – Fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh<sub>EP</sub>/kWh].

#### 4. SIMULAÇÕES PREVISTA E DE REFERÊNCIA

No RECS, a determinação dos consumos de energia é efetuada com recurso a *software* adequado ao tipo de edifício (PES ou GES). Existe a necessidade de efetuar duas simulações, uma nas condições previstas e outra nas condições de referência, ambas descritas na legislação. A primeira caracteriza-se maioritariamente nas condições de projeto ou reais enquanto a segunda baseia-se no mesmo edifício, com os mesmos perfis de utilização, mas com soluções de referência definidas na legislação. Descrevem-se de seguida todos os pressupostos a considerar para as simulações prevista e de referência.

Tabela 2 – Simulações Prevista e de Referência: Envolvente opaca.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Valores de referência definidos na Tabela I.09 da Portaria n.º 349-D/2013, na sua atual redação.

Tabela 3 – Simulações Prevista e de Referência: Envolvente envidraçada ( $U_w$  e  $g_T$ ).

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Valores de referência definidos na Tabela I.10 da Portaria n.º 349-D/2013, na sua atual redação.

Tabela 4 – Simulações Prevista e de Referência: Cor da envolvente.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Coefficiente de absorção de radiação solar da envolvente opaca, $a = 0,4$ .

Tabela 5 – Simulações Prevista e de Referência: Sombreamento de vãos envidraçados.

<b>Simulação Prevista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivos de sombreamento móveis (de acordo com o definido no REH);</li> <li>• Sombreamentos fixos (de acordo com o definido no REH);</li> <li>• Dispositivos de sombreamento móveis ativados sempre que a radiação solar incidente na fachada exceda os 300 W/m<sup>2</sup> ou que os mesmos estão ativos a 60%.</li> </ul>
<b>Simulação Referência</b>	Sem dispositivos de sombreamento fixos ou móveis.

Tabela 6 – Simulações Prevista e de Referência: Características geométricas.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de vãos envidraçados máxima (por fachada) de 30% da área da fachada;</li> <li>• Sem vãos envidraçados horizontais: nestes casos deve ser considerada uma cobertura opaca com U de referência de acordo com a respetiva zona climática.</li> </ul>

Tabela 7 – Simulações Prevista e de Referência: Ventilação mecânica e caudais de ar novo.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Máximo (Caudal método prescritivo; Caudal edifício e atividade)/0,8.

Tabela 8 – Simulações Prevista e de Referência: Ventilação natural e caudais de ar novo.

<b>Simulação Prevista</b>	Máximo (Caudal método prescritivo; Caudal edifício e atividade).
<b>Simulação Referência</b>	Máximo (Caudal método prescritivo; Caudal edifício e atividade)/0,8.



*Tabela 9 – Simulações Prevista e de Referência: Materiais de baixa emissão poluente.*

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	O caudal de referência deve ser o correspondente à situação do edifício sem atividades que envolvam a emissão de poluentes, ou seja, 3 m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ).

*Tabela 10 – Simulações Prevista e de Referência: Caudais de extração.*

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.

*Tabela 11 – Simulações Prevista e de Referência: Ventiladores.*

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Categoria SFP4 com potência específica de 1 250 W/(m <sup>3</sup> /s) e caudal de projeto ou instalado.

Tabela 12 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de climatização – Produção.

<p><b>Simulação Prevista</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Caraterísticas dos equipamentos previstos ou instalados;</li> <li>•A eficiência dos equipamentos deverá, preferencialmente, ser caracterizada com base nas respetivas curvas caraterísticas ou rendimentos sazonais;</li> <li>•Caso não exista sistema de climatização, considerar bomba de calor/ tipo chiller de compressão com permuta exterior de ar, de classe energética "B": COP = 3,0 e EER = 2,9.</li> </ul>
<p><b>Simulação Referência</b></p>	<p>Equipamentos de referência:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Caldeira: <math>\eta = 89\%</math>;</li> <li>•Restantes: bomba de calor tipo chiller de compressão com permuta exterior de ar, de classe energética "B": COP = 3,0 e EER = 2,9;</li> <li>•Caso não exista sistema de climatização considerar bomba de calor tipo chiller de compressão com permuta exterior de ar, de classe energética "B": COP = 3,0 e EER = 2,9.</li> </ul>

Tabela 13 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de climatização – Redes Urbanas.

<p><b>Simulação Prevista</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Caraterísticas dos equipamentos previstos ou instalados;</li> <li>•Deve ser usada uma eficiência de 1 e acordo com Despacho n.º 4343/2019 o fator de conversão de energia primária, no caso de não estar disponível o valor específico para a Central em questão em Perguntas e Respostas ADENE, devem ser usados são os valores de referência de 1,86 para centrais de Cogeração e 1,7 para centrais de Trigeriação.</li> <li>•Para a Climaespaço o fator de conversão de energia primária a usar é de 1,06 (P&amp;R L48.v1, versão outubro de 2019 – Valor válido até 22/10/2022)</li> </ul>
<p><b>Simulação Referência</b></p>	<p>Equipamentos de referência:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Deve ser usada uma eficiência de 1 e acordo com Despacho n.º 4343/2019 o fator de conversão de energia primária de referência de 1,86 para centrais de Cogeração e 1,7 para centrais de Trigeriação.</li> </ul>

Tabela 14 – Simulações Prevista e de Referência: Condições interiores.

<b>Simulação Prevista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ser considerada uma temperatura interior compreendida no intervalo de 20 a 25°C, inclusive;</li> <li>• No caso de um edifício híbrido ou passivo, considerar uma temperatura interior compreendida no intervalo de 19 a 27°C, inclusive.</li> </ul>
<b>Simulação Referência</b>	Deve ser considerada uma temperatura interior compreendida no intervalo de 20 a 25°C, inclusive.

Tabela 15 – Simulações Prevista e de Referência: Sistema de climatização – Bombas.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.

Tabela 16 – Simulações Prevista e de Referência: Soluções de eficiência energética.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Ausência de sistemas de arrefecimento passivo, recuperação de calor, caudal de ar variável ou outras soluções de eficiência energética.

Tabela 17 – Simulações Prevista e de Referência: Perfis de utilização.

<b>Simulação Prevista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O sistema de climatização deverá ter um horário de funcionamento igual ao período de ocupação do edifício;</li> <li>• Os ventiladores devem ter um funcionamento contínuo sempre que os espaços estejam ocupados.</li> </ul>
<b>Simulação Referência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O sistema de climatização deverá ter um horário de funcionamento igual ao período de ocupação do edifício;</li> <li>• Os ventiladores devem ter um funcionamento contínuo sempre que os espaços estejam ocupados.</li> </ul>

Tabela 18 – Simulações Prevista e de Referência: Produção de AQS.

<b>Simulação Prevista</b>	Tipo e características dos sistemas previstos ou instalados.
<b>Simulação Referência</b>	Equipamentos de referência: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caldeira: <math>\eta = 89\%</math>;</li> <li>• Esquentador: <math>\eta = 89\%</math>,</li> <li>• Termoacumulador: <math>\eta = 95\%</math>;</li> <li>• Bomba de calor: COP = 2,8.</li> </ul>

Tabela 19 – Simulações Prevista e de Referência: AQS – Condições de utilização.

<b>Simulação Prevista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de acumulação definida pelo projetista ou real;</li> <li>• Consumo real ou previsto.</li> </ul>
<b>Simulação Referência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de acumulação definida pelo projetista ou real;</li> <li>• Consumo real ou previsto.</li> </ul>

Tabela 20 – Simulações Prevista e de Referência: AQS – Bombas de recirculação.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções de projeto ou instaladas.
<b>Simulação Referência</b>	Soluções de projeto ou instaladas.

Tabela 21 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas solares térmicos.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções de projeto ou instaladas.
<b>Simulação Referência</b>	Nas situações em que exista ou se preveja um sistema solar térmico, este não deve ser considerado. A totalidade das necessidades de energia afetas a esse sistema são supridas pelo equipamento de apoio do mesmo (considerado na simulação prevista).

Tabela 22 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de aproveitamento de biomassa.

<b>Simulação Prevista</b>	Tipo e características dos sistemas previstos ou instalados.
<b>Simulação Referência</b>	Equipamento de referência: • Caldeira: $\eta = 89\%$ .

Tabela 23 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de energia aerotérmica.

<b>Simulação Prevista</b>	Tipo e características dos sistemas previstos ou instalados.
<b>Simulação Referência</b>	Inexistência de qualquer tipo de aproveitamento.

Tabela 24 – Simulações Prevista e de Referência: Outros sistemas de energia renováveis.

<b>Simulação Prevista</b>	Tipo e características dos sistemas previstos ou instalados.
<b>Simulação Referência</b>	Inexistência de qualquer tipo de sistema de energia renovável.

Tabela 25 – Simulações Prevista e de Referência: Consumo de ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes.

<b>Simulação Prevista</b>	Tipo e características dos sistemas previstos ou instalados.
<b>Simulação Referência</b>	Tipo e características dos sistemas previstos ou instalados.

Tabela 26 – Simulações Prevista e de Referência: Potência de iluminação.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	<p>Potência calculada tendo por base:</p> <p>Edifícios novos ou intervencionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DPI/100lux da tabela I.28 da Portaria n.º 349-D/2013, na sua atual redação;</li> <li>• Mínimo (<math>E_{m \text{ projeto}}</math>; <math>E_{m \text{ EN 12464-1}}</math>).</li> </ul> <p>Edifícios existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DPI/100lux da tabela I.28 da Portaria n.º 349-D/2013, na sua atual redação;</li> <li>• <math>E_{m \text{ EN 12464-1}}</math></li> </ul>

Tabela 27 – Simulações Prevista e de Referência: Balastros.

<b>Simulação Prevista</b>	Contabilizar a potência dos balastros, se existentes.
<b>Simulação Referência</b>	Sem balastros.

Tabela 28 – Simulações Prevista e de Referência: Sistemas de controlo.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções definidas em projeto ou reais.
<b>Simulação Referência</b>	Sem sistemas de controlo.

Tabela 29 – Simulações Prevista e de Referência: Iluminação exterior.

<b>Simulação Prevista</b>	Soluções de projeto ou instaladas.
<b>Simulação Referência</b>	Soluções de projeto ou instaladas.

Tabela 30 – Simulações Prevista e de Referência: Perfis de ocupação.

<b>Simulação Prevista</b>	Perfil de projeto ou real.
<b>Simulação Referência</b>	Perfil de projeto ou real.

**Exemplo:** Edifício de comércio e serviços com um termoacumulador elétrico instalado, com potência de 2000 W, capacidade de 50 litros e eficiência de 0,95 (95%). Determinar o consumo de energia relativo à produção de AQS sabendo que o consumo anual é de 13 000 litros/ano e o aumento de temperatura é de 50°C.

Resolução:

As necessidades de AQS são determinadas com base na equação apresentada anteriormente, obtendo-se:

$$Q_a = \frac{(C_{aqs} \times 4,187 \times \Delta T)}{3\,600} = \frac{(13\,000 \times 4,187 \times 50)}{3\,600} = 755,99 \text{ kWh/ano}$$

O consumo de energia será então obtido contabilizando a eficiência do equipamento para suprir as necessidades de AQS:

$$\text{Consumo AQS} = 755,99/0,95 = 795,78 \text{ kWh/ano}$$

**Exemplo:** Considere um edifício de comércio e serviços onde a preparação de água quente sanitária é garantida por um sistema solar térmico, tendo como apoio uma caldeira a gás natural com uma eficiência de 85%. As necessidades de água quente são de 7 000 kWh/ano, sendo o sistema solar capaz de garantir 55% das mesmas. Quais os consumos de AQS que deverão ser utilizados nas simulações prevista e de referência?

Resolução:

### Simulação prevista

Para determinar o consumo do sistema solar é necessário multiplicar as necessidades pela parcela de consumo suprida por este equipamento. Já no caso da caldeira, o processo será similar tendo, no entanto, que considerar a eficiência do equipamento, neste caso de 85%.

Tabela 31 – Exemplo: resultados simulação prevista.

Equipamento	Consumo
Sistema solar	$0,55 \times 7\,000 = 3\,850 \text{ kWh/ano}$
Caldeira	$0,45 \times 7\,000 / 0,85 = 3\,705,9 \text{ kWh/ano}$

### Simulação referência

Na passagem da simulação prevista para a referência, as necessidades que no previsto eram supridas pelo sistema solar térmico são agora asseguradas pelo equipamento que garantia o apoio na simulação prevista, isto é, as necessidades serão afetadas pela eficiência da caldeira a gás natural (85%). Já as restantes necessidades serão afetadas pelo equipamento de referência (caldeira com uma eficiência de 89%).

Tabela 32 – Exemplo: resultados simulação referência.

Equipamento	Consumo
Sistema solar	$0,55 \times 7\,000 / 0,85 = 4\,529,4 \text{ kWh/ano}$
Caldeira	$0,45 \times 7\,000 / 0,89 = 3\,539,3 \text{ kWh/ano}$



**Exemplo:** Considere um edifício de comércio e serviços novo, destinado a restaurante, com uma área interior útil de pavimento de 1 300 m<sup>2</sup>, dos quais 200 m<sup>2</sup> são referentes à cozinha e 300 m<sup>2</sup> são referentes a estacionamento.

Está prevista a instalação de um sistema de climatização centralizado, sendo a produção de energia térmica efetuada através de um chiller/bomba de calor com um SCOP de 4.6 e um SEER de 5.0.

A preparação das AQS será assegurada por um sistema solar térmico que é capaz de suprir 65% das necessidades anuais de AQS. Como sistema auxiliar será instalado um esquentador a gás natural com um rendimento de 87%.

A ventilação será mecânica, sendo 30 % do consumo associado ao sistema de extração de ar do estacionamento, que é acionado quando é detetado excesso de CO.

Na tabela seguinte apresentam-se os resultados da simulação que se efetuou tendo em vista a Certificação Energética do edifício.

Tabela 33 – Consumos de energia primária por fonte de energia e por tipo ( $IEE_{pr}$ ).

	Energia útil [kWh/ano]			Energia final [kWh/ano]			
	Aquec.	Arref.	AQS	AVAC	Ventil.	Ilumin.	Equip.
<b>Previsto</b>	1 850	2 500	3 500	1 100	1 500	4 300	5 000
<b>Referência</b>	1 230	3 000	3 500	980	1 500	3 200	5 000

Pretendem-se determinar os seguintes dados:

1.  $IEE_{pr, S}$
2.  $IEE_{pr, T}$
3.  $IEE_{REN}$
4.  $IEE_{pr}$
5.  $IEE_{ref}$
6.  $R_{IEE}$
7. Classe Energética
8. Emissões de CO<sub>2</sub>
9. % Energia Renovável

Resolução:

- 1) Para determinar o  $IEE_{pr,s}$  é necessário determinar os consumos de energia de todos os consumos e desagregá-los por fonte de energia.

Uma vez que tanto os valores de SCOP como de SEER são superiores a 2,5 considerou-se a componente renovável para ambos, calculando-se abaixo as respetivas contribuições.

$$E_{REN} = Q_{usable} \times \left(1 - \frac{1}{SPF}\right) kWh/ano$$

$$E_{REN,aquec.} = 1\,850 \times \left(1 - \frac{1}{4,6}\right) = 1\,447,8 kWh/ano$$

$$E_{REN,arref.} = 2\,000 \times \left(1 - \frac{1}{5,0}\right) = 1\,600 kWh/ano$$

Calculada a componente renovável, o consumo de aquecimento e arrefecimento será obtido dividindo a energia útil pelo rendimento,  $1\,850/4,60$  para aquecimento e  $2\,500/5,00$  para arrefecimento.

Relativamente ao consumo de gás, conforme o enunciado, a parcela renovável é 65% da energia útil tendo que aplicar o rendimento do esquentador aos restantes 35%, de acordo com a seguinte equação:

$$(0,35 \times 3\,500)/0,87 = 1\,408,05 kWh/ano$$

Tabela 34 – Consumos energia por tipo de fonte.

Consumidor	Fontes de energia [kWh/ano]		
	Elet.	Gás	Ren.
Aquecimento	402	0	1 448
Arrefecimento	500	0	1 600
AQS	0	1 408	2 275
AVAC	1 100	0	0
Ventilação	1 500	0	0
Iluminação	4 300	0	0
Equipamentos	5 000	0	0
<b>Total</b>	<b>12 802</b>	<b>1 408</b>	<b>5 323</b>

Convertendo os consumos em energia primária e desagregando-os por tipos “S” e “T” obtemos os resultados apresentados na tabela seguinte. Alerta-se, que relativamente à parcela de consumo (30%) associada à ventilação do estacionamento, como no enunciado refere que o controlo do sistema é efetuado por intermédio de uma sonda de CO, este consumo trata-se de um consumo pontual e, como consequência, identifica-se como sendo do tipo “T”.

Tabela 35 – Consumos de energia primária por fonte de energia e por tipo ( $IEE_{pr}$ ).

Consumidor	Fontes de energia [ $kWh_{EP}/ano$ ]					
	Eletricidade		Gás Natural		Renovável	
	Tipo S	Tipo T	Tipo S	Tipo T	Tipo S	Tipo T
Aquecimento	1 005	0	0	0	1 448	0
Arrefecimento	1 250	0	0	0	2 000	0
AQS	0	0	1 408	0	2 275	0
AVAC	2 750	0	0	0	0	0
Ventilação	2 625	1 125	0	0	0	0
Iluminação	10 750	0	0	0	0	0
Equipamentos	0	12 500	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>18 380</b>	<b>13 625</b>	<b>1 408</b>	<b>0</b>	<b>5 323</b>	<b>0</b>

De acordo com a tabela, conseguimos determinar o  $IEE_{pr,S}$ , bastando para isso somar todos os consumos do tipo “S” (já convertidos em energia primária) e dividi-los pela área interior útil de pavimento, neste caso 1 300  $m^2$ .

$$IEE_{pr,S} = (18\,380 + 1\,408 + 5\,323)/1\,300 = 19,32 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot ano)$$

- 1) Para determinar o  $IEE_{pr,T}$  basta utilizar a informação do ponto 1 e somar todos os consumos do tipo “T” (já convertidos em energia primária) e dividi-los pela área interior útil de pavimento.

$$IEE_{pr,T} = 13\,625/1\,300 = 10,48 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot ano)$$

- 2) Do mesmo modo, pode ser utilizada a informação dos pontos 1 e 2 para determinar a parcela  $IEE_{REN}$

$$IEE_{REN} = 5\,323/1\,300 = 4,09 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot ano)$$

3) O  $IEE_{pr}$  é determinado tendo como base a equação seguinte:

$$IEE_{pr} = IEE_{pr,S} + IEE_{pr,T} - IEE_{REN} [kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)]$$

Assim:

$$IEE_{pr} = 19,32 + 10,48 - 4,09 = 25,71 kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)$$

4) Para determinar o  $IEE_{ref}$  é necessário calcular as parcelas  $IEE_{ref,S}$  e  $IEE_{ref,T}$ , sendo o valor pretendido o somatório destas parcelas. Assim, tal como para o  $IEE_{pr}$  importa determinar todos os consumos finais. Para determinar os consumos de aquecimento e arrefecimento temos que dividir a energia útil pelos rendimentos de referência (3,00 para aquecimento e 2,90 para arrefecimento). Obtemos então para aquecimento um consumo de 410 kWh/ano (1 230/3,00) e para arrefecimento 1 034 kWh/ano (3 000/2,90).

Para determinar o consumo de AQS na referência, uma vez que existe contribuição renovável por parte de um sistema solar térmico, a parcela garantida pelo solar será afetada pelo rendimento do sistema existente enquanto a restante parcela pelo rendimento de referência (0,89), obtendo-se:

$$AQS = 0,35 \times 3\,500 \times 0,89 + 0,65 \times 3\,500 \times 0,87 = 3\,070 kWh/ano$$

Tabela 36 – Consumos energia por tipo de fonte.

Consumidor	Fontes de energia [kWh/ano]		
	Elet.	Gás	Ren.
Aquecimento	410	0	0
Arrefecimento	1 034	0	0
AQS	0	3 070	0
AVAC	980	0	0
Ventilação	1 500	0	0
Iluminação	3 200	0	0
Equipamentos	5 000	0	0
<b>Total</b>	<b>12 124</b>	<b>3 070</b>	<b>0</b>

Convertendo os consumos para energia primária e desagregando-os por tipo, obtemos a tabela seguinte.

Tabela 37 – Consumos de energia primária por fonte de energia e por tipo ( $IEE_{ref}$ ).

Consumidor	Fontes de energia [ $kWh_{EP}/ano$ ]					
	Eletricidade		Gás Natural		Renovável	
	Tipo S	Tipo T	Tipo S	Tipo T	Tipo S	Tipo T
Aquecimento	1 025	0	0	0	0	0
Arrefecimento	2 586	0	0	0	0	0
AQS	0	0	3 070	0	0	0
AVAC	2 450	0	0	0	0	0
Ventilação	2 625	1 125	0	0	0	0
Iluminação	8 000	0	0	0	0	0
Equipamentos	0	12 500	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>16 686</b>	<b>13 625</b>	<b>3 070</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Desta forma é então possível determinar todos os indicadores de referência.

$$IEE_{ref,S} = (16\,686 + 3\,070)/1\,300 = 15,20 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot ano)$$

$$IEE_{ref,T} = 13\,625/1\,300 = 10,48 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot ano)$$

$$IEE_{ref} = 15,20 + 10,48 = 25,68 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot ano)$$

- 5) A determinação do  $R_{IEE}$  é efetuada de acordo com a equação seguinte, constante no Despacho n.º 15793-J/2013, onde:

$$R_{IEE} = \frac{IEE_{pr,S} - IEE_{REN}}{IEE_{ref,S}}$$

$$R_{IEE} = \frac{19,32 - 4,09}{15,20} = 1,00$$

- 6) De acordo com a Tabela 03 do Despacho n.º 15793-J/2013, um  $R_{IEE}$  de 1,00 representa uma Classe Energética B-.

- 7) As emissões de CO<sub>2</sub> são determinadas recorrendo aos consumos em energia primária previstos e aos fatores de conversão constantes no Despacho n.º 15793-D/2013. Neste caso temos três fontes de energia, a eletricidade, o gás natural e as fontes renováveis, sendo os fatores, respetivamente, 0,144 kgCO<sub>2</sub>/kWh<sub>EP</sub>, 0,202 kgCO<sub>2</sub>/kWh<sub>EP</sub> e 0 kgCO<sub>2</sub>/kWh<sub>EP</sub>.

Assim, para determinar as emissões em tonCO<sub>2</sub>/ano temos:

$$Emissões = \frac{(18\,380 + 13\,625) \times 0,144 + 1\,408 \times 0,202 + 5\,723 \times 0}{1\,000} \text{ ton}_{CO_2}/\text{ano}$$

$$Emissões = 4,89 \text{ ton}_{CO_2}/\text{ano}$$

- 8) A percentagem renovável de um edifício é obtida dividindo o consumo de energia renovável pelo consumo total (em energia primária). Assim:

$$\% \text{ renovável} = \frac{5\,323}{18\,380 + 13\,625 + 1\,408 + 5\,323} \times 100 = 13,74\%$$

**Exemplo:** Tendo como base o exemplo anterior e todo o seu enunciado, caso o edifício possuisse ainda um sistema solar fotovoltaico em regime de autoconsumo com uma produção de 3 500 kWh/ano, quais os indicadores que se alteram e quais os seus valores?

**Resolução:** Possuindo um sistema solar fotovoltaico em regime de autoconsumo, serão alterados o IEE<sub>REN</sub>, o IEE<sub>pr</sub>, o R<sub>IEE</sub>, a classe energética, as emissões de CO<sub>2</sub> e a % de renovável.

O contributo de sistema solar fotovoltaico em energia primária é de 8 750 kWh<sub>EP</sub>/ano, uma vez que de acordo com a Despacho n.º 15793-D/2013 o fator de conversão para eletricidade é 2,5 kWh<sub>EP</sub>/kWh, quer a origem seja renovável, ou não.

Assim temos:

- 1) IEE<sub>REN</sub>

$$IEE_{REN} = (5\,323 + 8\,750) / 1\,300 = 10,83 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot \text{ano})$$

- 2) IEE<sub>pr</sub>

$$IEE_{pr} = 19,32 + 10,48 - 10,83 = 18,97 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot \text{ano})$$

3) R<sub>IEE</sub>

$$R_{IEE} = \frac{19,32 - 10,83}{15,20} = 0,56$$

4) De acordo com a Tabela 03 do Despacho n.º 15793-J/2013, um R<sub>IEE</sub> de 0,53 representa uma Classe Energética B.

5) Emissões de CO<sub>2</sub>

$$Emissões = \frac{(18\,380 + 13\,625 - 8\,750) \times 0,144 + 1\,408 \times 0,202 + (5\,323 + 8\,750) \times 0}{1\,000} \text{ ton}_{CO_2}/ano$$

$$Emissões = 3,63 \text{ ton}_{CO_2}/ano$$

6) A percentagem renovável do edifício é então obtida dividindo o consumo de energia renovável pelo consumo total (em energia primária). Assim:

$$\% \text{ renovável} = \frac{5\,323 + 8\,750}{18\,380 + 13\,625 + 1\,408 + 5\,323} \times 100 = 29,64\%$$

## Ciclo de validação do documento

### Histórico de Alterações

Versão	Data de aprovação	Descrição
V1	13-03-2020	Primeira versão pública

### Lista de Distribuição

Público