

Método integrado AdaPT AC:T de avaliação da vulnerabilidade às Alterações Climáticas de Hotéis



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Através dos fundos EEA Grants e Norway Grants, a Islândia, Liechtenstein e Noruega contribuem para reduzir as disparidades sociais e económicas e reforçar as relações bilaterais com os países beneficiários na Europa. Os três países doadores cooperam estreitamente com a União Europeia através do Acordo sobre o Espaço Económico Europeu (EEE).

Para o período 2009-14, as subvenções do EEA Grants e do Norway Grants totalizam o valor de 1,79 mil milhões de euros. A Noruega contribui com cerca de 97% do financiamento total. Estas subvenções estão disponíveis para organizações não governamentais, centros de investigação e universidades, e setores público e privado nos 12 Estados-membros integrados mais recentemente na União Europeia, Grécia, Portugal e Espanha. Há uma ampla cooperação com entidades dos países doadores, e as atividades podem ser implementadas até 2016.

As principais áreas de apoio são a proteção do ambiente e alterações climáticas, investigação e bolsas de estudo, sociedade civil, a saúde e as crianças, a igualdade de género, a justiça e o património cultural.

O projeto AC:T está integrado no Programa AdaPT, gerido pela Agência Portuguesa do Ambiente, IP (APA, IP), enquanto gestora do Fundo Português de Carbono (FPC), no valor total de 184 823 de euros, cofinanciado a 85% pelo EEA Grants e a 15% pelo Fundo Português de Carbono (FPC). O projeto beneficia de um apoio de 157 100 de euros da Islândia, Liechtenstein e Noruega através do programa EEAGrants, e de 27723 euros através do FPC. O objetivo do projeto AC:T é a integração da adaptação às Alterações Climáticas no Sector do Turismo, nomeadamente nos hotéis.

São objeto de financiamento os parceiros LNEC e IPMA

Método integrado AdaPT AC:T de avaliação da vulnerabilidade às Alterações Climáticas de Hotéis

Autoria

Armando Pinto, LNEC
Fátima Espírito Santo, IPMA
João Rogeiro, LNEC
Ricardo Martins, LNEC

Desenvolvimento do método AdaPT AC:T

Armando Pinto, LNEC
Fátima Espírito Santo, IPMA

Desenvolvimento da Aplicação Hotel Adaptation Tracker HAT

João Rogeiro, LNEC
Ricardo Martins, LNEC
Armando Pinto, LNEC

Projeto AdaPT Setoriais

AC:T – Método para integração da adaptação às Alterações Climáticas no Sector do Turismo, com financiamento EEAGrants no valor de €185.000,00.

www.act.lnec.pt

Adapt-act@lnec.pt

Documento da tarefa C5E, Marco 8.

Data: novembro de 2016

Versão: 01b

Documento: Público

Sumário

A variabilidade climática e as alterações climáticas (AC) podem afetar o setor do turismo se as suas infraestruturas não forem resilientes. Por exemplo, às ondas de calor estão associadas situações de maior desconforto térmico, perda de rendimento e problemas no funcionamento dos sistemas de frio e de conforto ambiental interior e aumento do valor da fatura energética. Períodos de baixa pluviosidade e empreendimentos não adaptados às AC devido ao stress hídrico, podem ter o abastecimento de água condicionado e permitir uma degradação dos espaços verdes exteriores. Ocorrências destas afetam a qualidade do serviço e a satisfação dos clientes, sugerindo mudanças de destino.

O projeto AdaPT AC:T pretende desenvolver um método que permita a avaliação da vulnerabilidade de empreendimentos turísticos às AC e apoiar o desenvolvimento de planos de adaptação.

Neste documento apresenta-se o método AdaPT AC:T de avaliação da vulnerabilidade de empreendimentos turísticos às AC e as linhas orientadoras para o desenvolvimento de uma política de adaptação e de melhoria do desempenho. No método integrado são avaliados os aspetos de gestão, conforto, comportamento passivo e eficiência no consumo de energia e de água.

Palavras-chave: Hotéis, alterações climáticas, adaptação, gestão, conforto, edifícios passivos, energia, água, eficiência

Abstract

Climate variability can affect the tourism sector if their infrastructures are not resilient. For example, heat waves are associated with situations of greater thermal discomfort, loss of income, problems in the operation of cooling systems and indoor environmental comfort as well as the increase of the energy bill. Periods of low rainfall and CC not adapted ventures may, due to water stress, have conditioned water supply and, in effect, favour a degradation of green outdoor spaces. Such occurrences affect the quality of the service and the customer's satisfaction, resulting in destination changes.

The AdaPT AC:T research projects aims to develop a method that allows the vulnerability assessment of hotels and support the development of adaptation plan to CC.

This document presents the AdaPT AC:T method to assess hotels vulnerability to climate change and the guidelines for the development of Adaptation politic of continuous improvements and Adaptation plans supported by cost-benefits analysis. In the integrated method are valorised aspects of management, comfort, passive behaviour and the efficient use of energy and water.

Keywords: Hospitality, climate change, adaptation, management, comfort, passive buildings, energy, water, efficiency

Índice

1	Introdução	1
2	Método	2
2.1	Aspetos gerais	2
2.2	Método de avaliação da vulnerabilidade AdaPT AC:T	4
2.3	Gestão	6
2.4	Conforto	8
2.5	Comportamento solar passivo (construção)	10
2.5.1	Aspetos gerais	10
2.5.2	Isolamento térmico	14
2.5.3	Proteção solar.....	15
2.5.4	Potencial de captação solar.....	16
2.5.5	Inércia térmica	16
2.5.6	Avaliação conjugada dos indicadores de sombreamento, inércia e isolamento	18
2.5.7	Ventilação natural	20
2.5.8	Iluminação natural	22
2.5.9	Espaços verdes	23
2.5.10	Materiais e adaptabilidade.....	24
2.6	Energia.....	25
2.7	Água.....	26
2.8	Indicador AdaPT AC:T	28
3	Avaliação da vulnerabilidade AdaPT AC:T e gestão da adaptação	30
3.1	Aspetos gerais	30
3.2	HAT: Perspetiva direção de hotel	30
3.3	HAT: Perspetiva detalhada	34
4	Apreciação da vulnerabilidade: caso de estudo projeto AdaPT AC:T	43
	Bibliografia.....	44
	Anexo I - Auditoria	46
	Objetivos.....	46
	Partes envolvidas na auditoria.....	47
	Recolha inicial de dados.....	47
	Avaliação experimental.....	48
	Análise dos resultados.....	48
	Questionário preliminar.....	49
	Anexo II - Condições de conforto	55
	Conforto térmico	55
	Qualidade do ar interior	56
	Iluminação	58
	Pressão e temperatura da água	59

Índice de figuras

Figura 1 – Categorias relevantes para a avaliar e melhorar a adaptação às alterações climáticas	2
Figura 2 – Sistema de gestão da adaptação às alterações climáticas	3
Figura 3 – Indicador AdaPT de adaptação às alterações climáticas	4
Figura 4 - Classificação do indicador AdaPT de adaptação às alterações climáticas	4
Figura 5 – Áreas funcionais de um hotel	5
Figura 6 – Metodologia de avaliação AdaPT AC:T	5
Figura 7 – Registos de temperatura exterior e interior de salas expostas a sul	10
Figura 8 – Avaliação das condições de conforto: tempo em cada gama de temperatura	10
Figura 9 – Identificação de medidas solar passivas e análise do seu potencial nos períodos quentes	11
Figura 10 – Apreciação do impacto do indicador passivo do isolamento nas condições de conforto	15
Figura 11 – Apreciação do impacto do indicador passivo do sombreamento nas condições de conforto.....	16
Figura 12 – Apreciação do impacto do indicador passivo da inércia térmica nas condições de conforto	17
Figura 13 – Apreciação da relação entre a combinação dos indicadores e a percentagem de temperatura excessiva	19
Figura 14 - Apreciação da relação entre a combinação dos indicadores e a percentagem de temperatura excessiva para o cenário 2095 RCP8.5	19
Figura 15 – Princípio geral para assegurar ventilação natural de espaços	21
Figura 16 – Exemplos de folhas móveis adequadas para ventilação natural.....	21
Figura 17 – Indicação da zona com iluminação natural suficiente com janelas	22
Figura 18 – Indicação da zona com iluminação natural suficiente com janelas de cobertura	22
Figura 19 – Ponderação do indicador AdaPT.....	28
Figura 20 - Indicador AdaPT na aplicação HAT	29
Figura 21 – Plano de adaptação: aspetos a melhorar na gestão da adaptação e eficiência	29
Figura 22 – Custos: Comparação dos custos de exploração diários.....	31
Figura 23 – Custos por zona funcional: Energia.....	32
Figura 24 – Indicadores: indicadores de desempenho	32
Figura 25 – Indicador AdaPT: Avaliação integrada da vulnerabilidade	33
Figura 26 – Plano de adaptação: Medidas de melhoria e de adaptação.....	33
Figura 27 – Detalhes: Características gerais de empreendimento.....	34
Figura 28 – Detalhes: Características gerais do sistema de climatização.....	35
Figura 29 – Detalhes: Consumos mensais.....	35
Figura 30 – Detalhes: características dos elementos da envolvente.....	36
Figura 31 – Detalhes: características dos usos (valores nominais) de cada espaço	36
Figura 32 – Consumos horários: energia elétrica climatização	37
Figura 33 – Consumos horários: energia elétrica nos quartos	37
Figura 34 – Consumos horários: energia elétrica nos quartos componente climatização.....	38
Figura 35 – Consumos horários: gás e contribuição das energias renováveis	38

Figura 36 – Desagregação dos consumos de energia elétrica por unidade funcional	39
Figura 37 – Desagregação dos consumos de energia elétrica por unidade funcional, com identificação dos usos	39
Figura 38 – Desagregação dos consumos de energia elétrica por uso, com identificação de unidade funcional .	40
Figura 39 – Desagregação dos consumos de água por unidade funcional.....	40
Figura 40 – Desagregação dos consumos de água por uso, com identificação de unidade funcional	41
Figura 41 – Desagregação dos consumos de água por unidade funcional, com identificação dos usos.....	41
Figura 42 – Desagregação dos consumos de gás por uso, com identificação da unidade funcional.....	42
Figura 43 – Avaliação da vulnerabilidade dos nove caso de estudo.....	43
Figura I.1 – Usos de energia	46
Figura I.2 – Partes envolvidas na auditoria	47
Figura II.1 - Velocidade do ar necessária para compensar o aumento de temperatura do ar e manter a sensação de conforto térmico.....	56
Figura II.2 - Temperatura operativa de conforto limite para edifícios passivos EN 15251	56

Índice de quadros

Quadro 2 – Categoria Gestão	7
Quadro 3 – Categoria Conforto	9
Quadro 4 – Categoria Comportamento térmico passivo	12
Quadro 5 – Qualidade térmica de referência para a zona climática I1,V3	13
Quadro 6 – Exemplos de propriedades espectrofotométricas de vidros	14
Quadro 7 – Fator de orientação X para o período de verão	15
Quadro 8 – Fator de orientação X para o período de inverno	16
Quadro 9 – Classes de inércia térmica.....	18
Quadro 10 - Valores aproximados da energia incorporada de alguns materiais de construção	24
Quadro 11 – Indicadores de desempenho para lavandarias.....	27
Quadro II.1 - Temperatura operativa de conforto térmico (EN 15251, classe II).....	55
Quadro II.2 – Limiares de proteção e margem de tolerância para os poluentes físico-químicos	57
Quadro II.3 – Condições de referência para os poluentes microbiológicos.....	57
Quadro II.4 – Caudais mínimos de ar novo.....	57
Quadro II.5 – Caudais mínimos de ar novo por unidade de área.....	58
Quadro II.6 - Recomendações de sistemas de iluminação	58
Quadro II.7 - Caudais instantâneos mínimos a considerar nos dispositivos de utilização (l/min).....	59

1 Introdução

A variabilidade climática pode afetar o setor do turismo se as suas infraestruturas não forem resilientes. Por exemplo, às ondas de calor estão associadas a situações de maior desconforto térmico, perda de rendimento e problemas no funcionamento dos sistemas de frio e de conforto ambiental interior, e aumento do valor da fatura energética. Períodos de baixa pluviosidade e empreendimentos não adaptados às AC, devido ao stress hídrico, podem ter o abastecimento de água condicionado e permitir uma degradação dos espaços verdes exteriores. Ocorrências destas afetam a qualidade do serviço e a satisfação dos clientes, sugerindo mudanças de destino.

Os hotéis, devido às exigências de qualidade e à diversidade de serviços prestados são edifícios com elevada intensidade energética e hídrica, cerca de 10 vezes superior às das habitações (Pinto, Bernardino, Santos, & Espírito Santo, 2015). O consumo de energia nos hotéis está diretamente relacionado com a taxa de ocupação e com o clima (Pinto, Armando; Bernardino, M.; Silva Santos, A.; Espírito Santo, 2016), em que a ocorrência simultânea de maiores taxas de ocupação nos hotéis com períodos mais quentes aumenta a sua vulnerabilidade às alterações climáticas, nomeadamente aos períodos extremos de calor. Por vulnerabilidade entendem-se os riscos:

- Aumento do consumo de energia de climatização em períodos quentes e maior vulnerabilidade face a falhas desse abastecimento de energia;
- Risco de sobreaquecimento face à perda de eficiência ou paragem do ar condicionado;

A legislação aplicável aos empreendimentos hoteleiros estabelece requisitos aplicáveis às diferentes categorias de estabelecimentos, impondo em hotéis de 4 e 5 estrelas, por exemplo, a exigência de climatização por meios ativos ou passivos que garantam conforto térmico nas unidades de alojamento e nas zonas comuns (Pinto, 2015).

Na secção 2 deste documento apresenta-se o método integrado para avaliar a vulnerabilidade dos hotéis nas zonas do litoral e de cidade face às alterações climáticas e as linhas base para o desenvolvimento de planos de adaptação e para a gestão dessa adaptação. Na secção 3 apresenta-se a aplicação *Hotel Adaptation Tracker HAT* desenvolvida para operacionalizar a avaliação AdaPT AC:T, sendo na secção 3.2 apresentadas as funcionalidades para um utilizador com a perspetiva da direção do hotel e na secção 3.3 numa perspetiva mais detalhada.

A aplicação web *Hotel Adaptation Tracker* é um sistema de apoio à decisão na adaptação às alterações climáticas para as unidades hoteleiras e que permite à unidade hoteleira efetuar a sua avaliação continuamente ao longo do tempo.

2 Método

2.1 Aspetos gerais

A avaliação do desempenho e vulnerabilidade dos edifícios é normalmente uma tarefa complexa devido aos diferentes usos e espaços existente nos edifícios, que tornam difícil uma comparação direta com benchmarks. Para avaliar a vulnerabilidade dos edifícios preconiza-se a comparação do desempenho do hotel face ao hotel AdaPT, no qual se incorporam as boas práticas para alcançar edifícios menos vulneráveis às alterações climáticas e mais eficientes. Face aos riscos decorrentes da variabilidade climática, relacionados com os aspetos de conforto e desempenho dos hotéis nos domínios do uso da energia e do uso de água, identificados nos nove casos de estudo de hotéis do projeto AdaPT, a avaliação e a classificação da Adaptação dos hotéis é efetuada com base em cinco categorias (Figura 1):

1. Gestão;
2. Conforto;
3. Comportamento térmico passivo;
4. Energia;
5. Água.

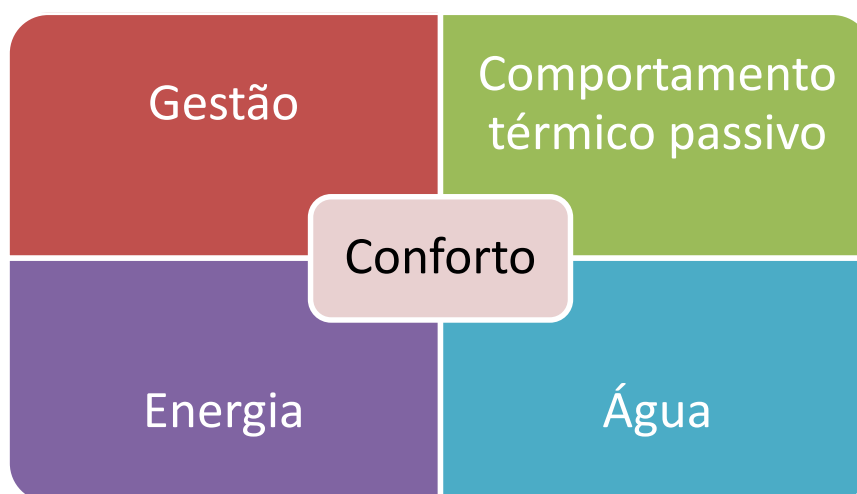


Figura 1 – Categorias relevantes para a avaliar e melhorar a adaptação às alterações climáticas

Os hotéis destinando-se a proporcionar um serviço de alojamento devem oferecer um ambiente confortável e com possibilidade dos clientes se adaptarem, sendo esses aspetos valorizados na categoria conforto. Esta categoria visa também incorporar uma avaliação das condições ambientais e disponibilidade de serviços proporcionados nos hotéis, permitindo posteriormente avaliar de forma mais efetiva a eficiência energética e hídrica dos edifícios. Os aspetos objeto de avaliação na categoria conforto são descritos na secção 2.4.

A categoria gestão destina-se a valorizar a incorporação dos aspetos ambientais e de melhoria e adaptação continua na gestão de topo das unidades hoteleiras, para a satisfação das condições de conforto. Nesta categoria são também valorizadas a adoção de estratégias relacionadas com a monitorização, manutenção e avaliação do desempenho do hotel, como se descreve na secção 2.3.

A literatura evidencia que de uma forma geral os ocupantes manifestam maior grau de satisfação das condições ambientais interiores nos edifícios passivos. Por outro lado, a satisfação de condições de conforto sem sistemas mecânicos é central para ter edifícios mais resilientes às alterações climáticas. Dado o comportamento térmico passivo do edifício nem sempre ser adequadamente avaliado na componente energia, neste método integrado adota-se uma categoria específica para esse efeito, de forma a valorizar a qualidade térmica do edifício, independentemente da eficiência dos seus sistemas energéticos. Na componente do comportamento térmico passivo, incentiva-se também a utilização de materiais naturais e com reduzida pegada ecológica, como se descreve na secção 2.5.

Na componente água e energia é efetuada a avaliação da eficiência da instalação face ao hotel de referência AdaPT, no qual se encontram instalados dispositivos de elevada eficiência e onde se assume também um uso eficiente da energia e de água, atendendo ao tipo de utilização do hotel e às suas características. Nestas duas categorias é também ponderada a incorporação de energia renovável e sistemas de reutilização de água, de aproveitamento de água da chuva bem como outras fontes de água (potável) que substituam o abastecimento pela rede pública. O hotel de referência AdaPT é suportado pelas melhores práticas identificadas no projeto AdaPT e nos indicadores de desempenho ambiental e indicadores de excelência conexos, nomeadamente do sistema de gestão ambiental EMAS (EMAS, 2016). Estas duas categorias, descritas nas secções 2.6 e 2.7, são avaliadas com base na aplicação *Hotel Adaptation Tracker* “HAT”, de forma a incorporar as especificidades tecnológicas e gestionárias de cada hotel.

A aplicação HAT destina-se a ser um instrumento de apoio à promoção e à gestão da adaptação seguindo os princípios dos sistemas de gestão ambiental (EMAS, 2016; ISO 14001, 2015) e de energia (ISO 50001, 2011) (Figura 2).



Figura 2 – Sistema de gestão da adaptação às alterações climáticas

Com base na avaliação de cada uma das cinco categorias definidas anteriormente e na comparação com o hotel AdaPT é efetuada a identificação e classificação de soluções adaptadas numa escala de 1 a 5, bem como são identificadas vulnerabilidade e medidas de melhoria. Com a classificação obtida nessas 5 categorias é então determinado o indicador de desempenho AdaPT do hotel como se descreve na secção 2.8 e que tem uma gama de valores de 1 a 5, constituindo o valor 5 a classificação máxima de um hotel eficiente e adaptado (Figura 4). Para a avaliação da vulnerabilidade deve ser seguido o método indicado na secção 2.2.

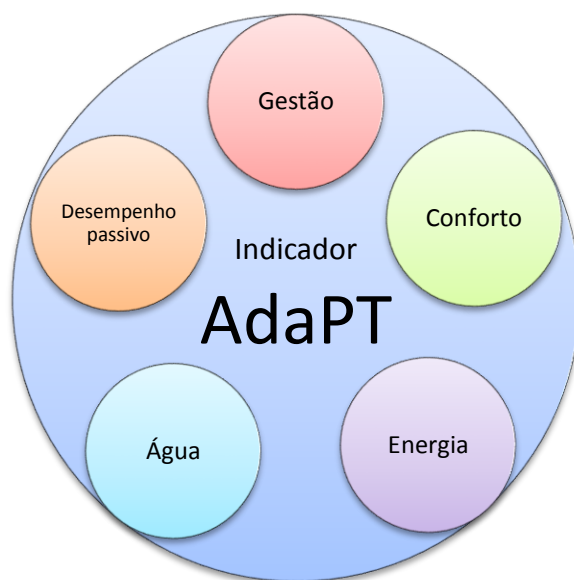


Figura 3 – Indicador AdaPT de adaptação às alterações climáticas

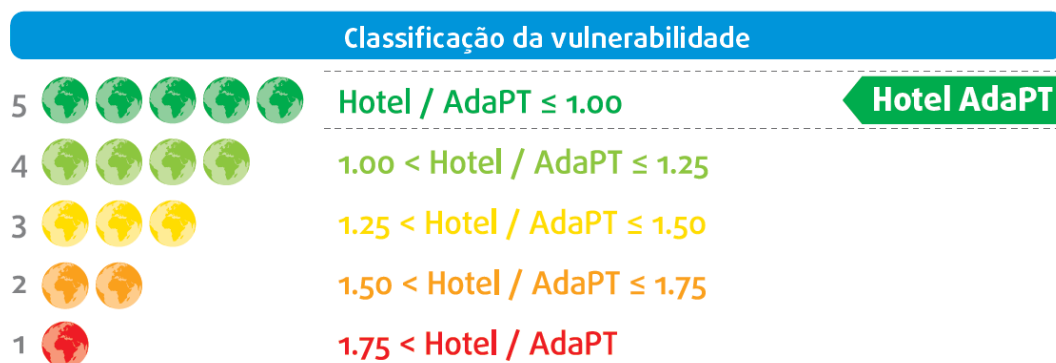


Figura 4 - Classificação do indicador AdaPT de adaptação às alterações climáticas

2.2 Método de avaliação da vulnerabilidade AdaPT AC:T

Para avaliar a vulnerabilidade dos hotéis face às alterações climáticas nas categorias indicadas na secção anterior (Figura 3) é necessário conhecer as características construtivas do hotel das suas instalações técnica, dos usos e consumos por unidade funcional (Figura 5). Para obter a informação necessária à avaliação da vulnerabilidade dos hotéis é preconizada a seguinte metodologia (Figura 6):

1. Auditoria à unidade hoteleira para efetuar a recolha de informação necessária à caracterização do hotel, dos seus consumos, dos usos e dos aspetos de gestão e permitir obter dados para a análise no modelo HAT sobre aspetos de qualidade térmica e do comportamento passivo; sistemas energéticos e hidráulicos; gestão; conforto;
2. Implementação do modelo do hotel na aplicação HAT;
3. Identificação de vulnerabilidades e medidas de adaptação às alterações climáticas e de melhoria de desempenho;
4. Validação das medidas de adaptação e melhoria com a equipa do hotel;
5. Classificação da adaptação às alterações climáticas com o indicador AdaPT AC:T.

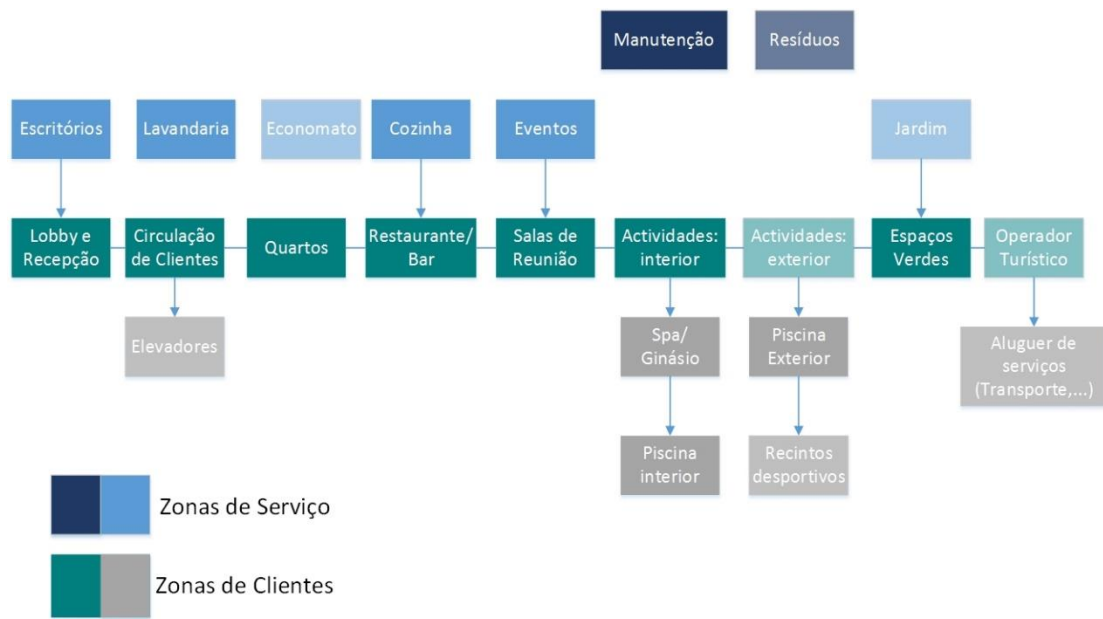


Figura 5 – Áreas funcionais de um hotel

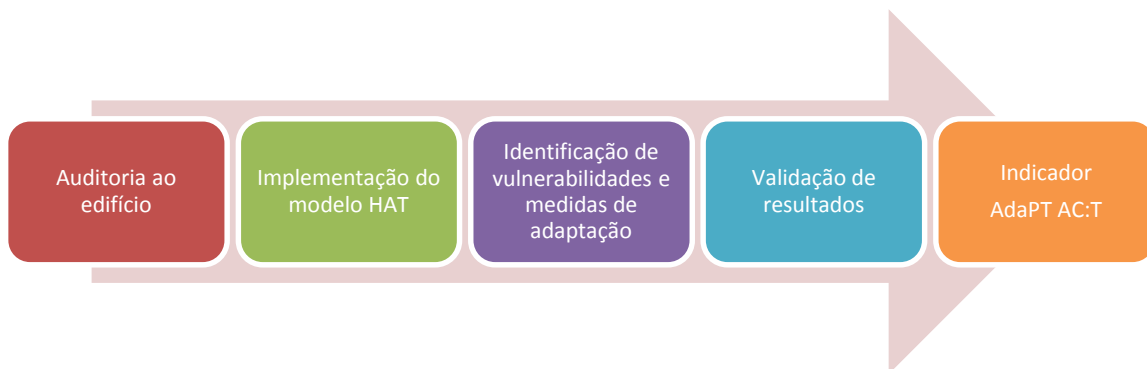


Figura 6 – Metodologia de avaliação AdaPT AC:T

O processo de auditoria deve ocorrer preferencialmente no período de verão para ser possível recolher informação nos períodos de funcionamento mais crítico dos hotéis, nos quais são maiores as solicitações sobre os seus sistemas devido à maior ocupação dos hotéis e devido às condições de temperatura mais elevada. A auditoria processa-se seguindo um procedimento sistemático através do qual se obtém um conhecimento adequado sobre as características de consumo de um edifício e se identificam e quantificam as economias com boa relação custo-eficácia (EN 16247-2, 2014). No anexo II sistematizam-se os princípios da auditoria AdaPT.

A auditoria visa recolher dados que permitam criar um modelo de simulação do comportamento do hotel que tenha aderência ao seu histórico, permitindo assim uma adequada comparação com o hotel AdaPT e a avaliação adequada das medidas de adaptação e de melhoria. Esta informação é utilizada para efetuar a avaliação da vulnerabilidade do hotel de acordo com as categorias que são apresentadas nas secções seguintes. O modelo HAT permite depois à unidade hoteleira proceder à avaliação ao longo do tempo do seu desempenho e melhorar comportamentos ou tecnologias.

2.3 Gestão

A categoria gestão visa promover e valorizar os aspetos gestionários do empreendimento que potenciam um uso eficiente de recursos, a capacidade de adaptação às alterações climáticas e de manutenção dessas condições ao longo do tempo. Para esse fim é valorizada a existência dos seguintes aspetos:

- Política de gestão ambiental, de energia ou de água;
- Gestão ambiental: vertentes energia e água:
 - Auditorias ou diagnósticos de energia ou hídricas nos últimos 3 anos;
 - Inspeção anual aos sistemas energéticos e hídricos;
 - Plano de adaptação e identificação de medidas de adaptação;
 - Sistema de monitorização de consumos de energia e de água (manual/automático), deteção de fugas de água e *benchmarks*:
 - Monitorização dos contadores globais periodicidade pelo menos diária e comparação com *benchmarks*, reportando indicadores por pernoita, por refeição, por kg de roupa lavada, por m² de construção e por m² de área climatizada;
 - Monitorização dos principais centros de consumo (submedição), periodicidade pelo menos semanal e comparação com benchmarks (cozinhas, lavandarias, caldeiras, aquecimento, arrefecimento, ventilação e bombagem), reportando indicadores por pernoita, por refeição, por kg de roupa lavada, por m² de construção e por m² de área climatizada;
 - Plano de manutenção das instalações e registo das intervenções;
 - Plano de gestão de gases fluorados;
 - Informação aos clientes sobre uso eficiente de recursos e das tecnologias disponíveis no edifício.
 - Sistema de gestão ambiental ou de energia certificado (EMAS, ISO 16000, ISO 50000);
- Plano de formação dos funcionários.

Para promover uma gestão da adaptação nos hotéis esses aspetos são avaliados com as ponderações identificadas no Quadro 1. O Indicador gestão (I_G) pode ter valores entre 1 e 5, correspondendo o valor 5 a um hotel Adaptado e que tem um desempenho equivalente ao hotel de referência AdaPT, enquanto um hotel com o valor 1 corresponde ao menos adaptado.

Estes aspetos da categoria “Gestão” são avaliados no decurso da auditoria ao hotel e com base na aplicação de gestão de adaptação *Hotel Adaptation Tracker* (HAT).

$$I_G = \sum_{\text{critério}} \text{Ponderação} \times \text{valor} \quad (1)$$

Quadro 1 – Categoria Gestão

Critério	Ponderação	Valor	
		Sim	Não
Política de gestão ambiental, de energia ou de água	10%		
1. Existência de política de gestão ambiental, de energia ou de água	10%	5	1
Gestão ambiental: vertentes energia e água:	80%		
2. Auditorias ou diagnósticos de energia ou hídricas nos últimos 3 anos	10%	5	1
3. Inspeção anual aos sistemas energéticos e hídricos	15%	5	1
4. Plano de adaptação e identificação de medidas de adaptação	10%	5	1
5. Sistema de monitorização de consumos de energia e de água (manual/automático), deteção de fugas de água e benchmarks: Monitorização dos contadores globais com periodicidade pelo menos diária e comparação com benchmarks, reportando indicadores por noite, por refeição, por kg de roupa lavada, por m ² de construção e por m ² de área climatizada	10%	5	1
6. Sistema de monitorização de consumos de energia e de água (manual/automático), deteção de fugas de água e benchmarks: Monitorização dos principais centros de consumo (submedição) com periodicidade pelo menos semanal e comparação com benchmarks (cozinhas, lavandarias, caldeiras, aquecimento, arrefecimento, ventilação e bombagem), reportando indicadores por noite, por refeição, por kg de roupa lavada, por m ² de construção e por m ² de área climatizada	15%	5	1
7. Plano de manutenção das instalações e registo das intervenções	5%	5	1
8. Plano de gestão de gases fluorados	5%	5	1
9. Informação aos clientes sobre uso eficiente de recursos e das tecnologias disponíveis no edifício	5%	5	1
10. Sistema de gestão ambiental ou de energia certificado (EMAS, ISO 16000, ISO 50000)	5%	5	1
Plano de formação dos funcionários.	10%		
11. Plano de formação dos funcionários, incluindo aspetos de eficiência de gestão ambiental, se energia e de água	10%	5	1

2.4 Conforto

O edifício deve apresentar condições de conforto adaptadas aos diferentes espaços e ocupação por turistas, visitantes e funcionários. Nesta categoria pretende-se contribuir para melhorar as condições de conforto proporcionadas no edifício, tendo em conta o enquadramento normativo e regulamentar. Nesse sentido na categoria conforto são valorizados os seguintes aspetos:

1. Monitorização em contínuo com sondas fixas (periodicidade de aquisição de dados não superior a 1 hora) das condições de temperatura e de humidade em espaços representativos: quartos (1 para cada exposição solar), lobby, restaurante, piscina interior e avaliação das respetivas condições face aos critérios adaptativos ou da classe III da norma (EN 15251, 2007).
2. Avaliação pelo menos anual da qualidade do ar interior, da *Legionella* em locais de risco e da qualidade da água reutilizada.
3. Avaliação pelo menos anual da iluminância em pontos representativos de espaços do hotel (quartos, circulações, lobby, restaurante, cozinha, estacionamento) e satisfação dos requisitos da norma (EN 12464-1, 2011).
4. Acesso local ao comando de controlo das condições de climatização nas unidades de alojamento, lobby e restaurante, com possibilidade de ligar/desligar e controlo do set-point de temperatura.
5. Sistema de iluminação por zona, utilizando lâmpadas LED, com comando inteligente baseado no movimento, na luz natural ou em dispositivos de temporização. Organização do espaço interior no que respeita à utilização da luz natural, tendo em conta o impacto energético das grandes superfícies envidraçadas para o aquecimento e o arrefecimento.
6. Em espaços situados a mais de 10 m de vias circulação automóvel e parques de estacionamento, existência de folhas móveis nas janelas que permitam intensificar a ventilação natural de espaços de acordo com o previsto no (RECS-QAI, 2013) e existência de dispositivos de sombreamento atuáveis pelos utilizadores.
7. Avaliação das condições de pressão no sistema de distribuição de água quente e de água fria, nos locais mais desfavoráveis de baixa pressão (ponto mais alto e distante da central hidropressora) e ponto de pressão mais elevada (ponto mais próximo da central hidropressora e dos reservatórios de água quente).
8. Avaliação das condições de temperatura no sistema de distribuição de água quente, nos locais mais desfavoráveis de baixa temperatura (ponto mais distante dos reservatórios de água quente) e da temperatura da água nos reservatórios de água quente.
9. Nos questionários de avaliação do grau de satisfação da estadia dos clientes deve existir uma pergunta sobre a avaliação das condições de conforto (térmico, luminoso, qualidade do ar e acústico), sendo razoável um grau de insatisfação não superior a 10%.

Para promover uma adequada gestão das condições de conforto e permitir evidenciar a conformidade com as mesmas, o indicador de conforto (I_c) é determinado utilizando as ponderações e os critérios indicados no Quadro 2. O Indicador de conforto (I_c) pode ter valores entre 1 e 5, correspondendo o valor 5 a um hotel Adaptado e que tem um desempenho equivalente ao hotel de referência AdaPT, enquanto um hotel com o valor 1 corresponde ao hotel menos adaptado.

$$I_c = \sum_{\text{critério}} \text{Ponderação} \times \text{valor} \quad (2)$$

Quadro 2 – Categoria Conforto

Critério	Ponderação	Valor	
		Sim	Não
1. Condições ambientais monitorizadas satisfazem aos requisitos de conforto	10%	5	1
2. Resultados satisfatórios no último ano na avaliação de indicadores da qualidade do ar interior, da <i>Legionella</i> e da qualidade da água reutilizada	10%	5	1
3. Nível de iluminância satisfatório em pontos representativos	10%	5	1
4. Condições satisfatórias de pressão no sistema de distribuição de água quente e de água fria	10%	5	1
5. Condições satisfatórias de temperatura no sistema de distribuição de água quente	10%	5	1
6. Dispositivos de comando de controlo da climatização acessíveis nos espaços	10%	5	1
7. Sistema de iluminação com comandos acessíveis e controlo inteligente baseado no movimento, na luz natural e em dispositivos de temporização	10%	5	1
8. Janelas para ventilação natural e sombreamento atuáveis pelo utilizador	10%	5	1
9. Avaliação das condições de conforto (térmico, luminoso, qualidade do ar e acústico) nos questionários de avaliação do grau de satisfação da estadia dos clientes inferior a 20% de insatisfeitos	20%	5	1

As condições de conforto identificadas nos pontos 1, 2 e 3 do Quadro 2 encontram-se atualmente definidas na regulamentação de eficiência energética de edifícios (RECS-E, 2013; RECS-QAI, 2013) e são resumidas no anexo II.

Dada a relativa inovação regulamentar, salienta-se que se considera um edifício passivo quando não excede 10% a percentagem de horas de ocupação anual em que se verificam necessidades de aquecimento e/ou arrefecimento, para manter a temperatura interior de conforto compreendida no intervalo de 19°C a 27°C (RECS-E, 2013). Na Figura 7 representam-se os resultados da medição da temperatura no interior de salas expostas a sul, num edifício de 1980 com uma qualidade térmica insuficiente (sem isolamento), a medição da temperatura exterior e os limites da classe 3 de conforto térmico adaptativo da norma (EN 15251, 2007), na qual se contata que no verão é possível obter condições de conforto e um reduzido número de horas acima de 27 °C (Figura 8a), enquanto no inverno é necessário proceder ao aquecimento do ambiente interior. Na Figura 8a, também é possível contatar o efeito que os utilizadores têm nas condições ambientais interiores, pois em salas semelhantes 21p3 e 6p3 existe uma grande variação no número de horas de desconforto.

Na Figura 8b é visível que na solução base não é satisfeito o critério de edifício passivo, pois o período fora da gama de temperaturas entre 19 e 27°C é de 27% do tempo. Contudo, reforçando o isolamento térmico das paredes (60 mm) esse número de horas de desconforto estimado é reduzido para menos de 10% permitindo obter um edifício passivo.

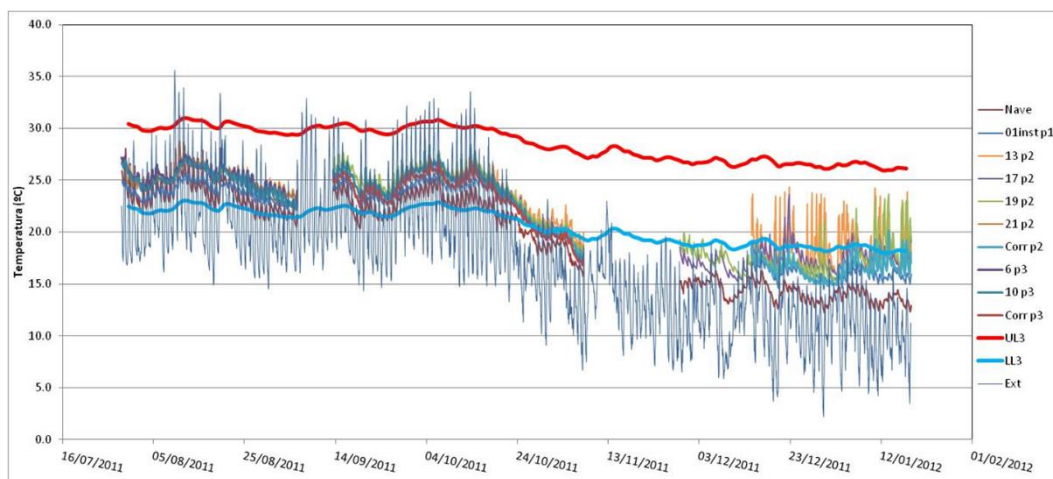


Figura 7 – Registos de temperatura exterior e interior de salas expostas a sul

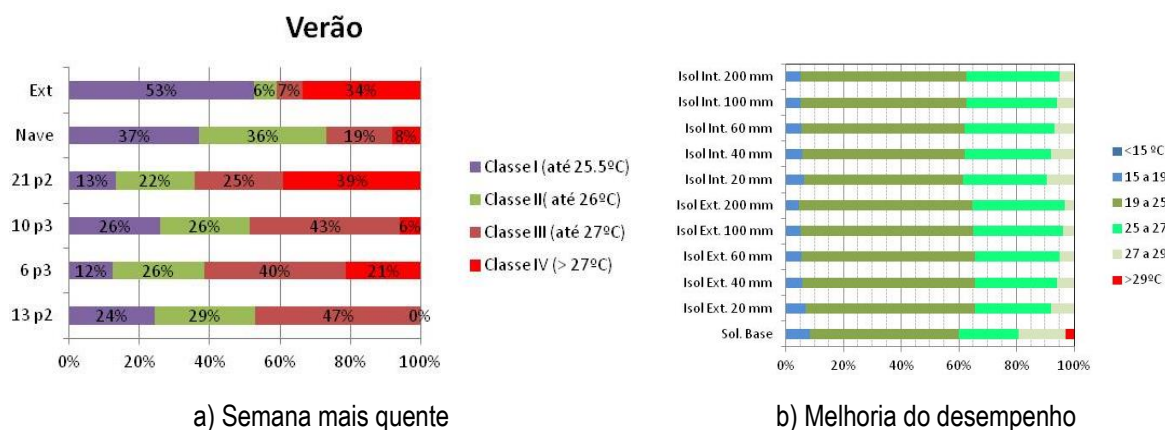
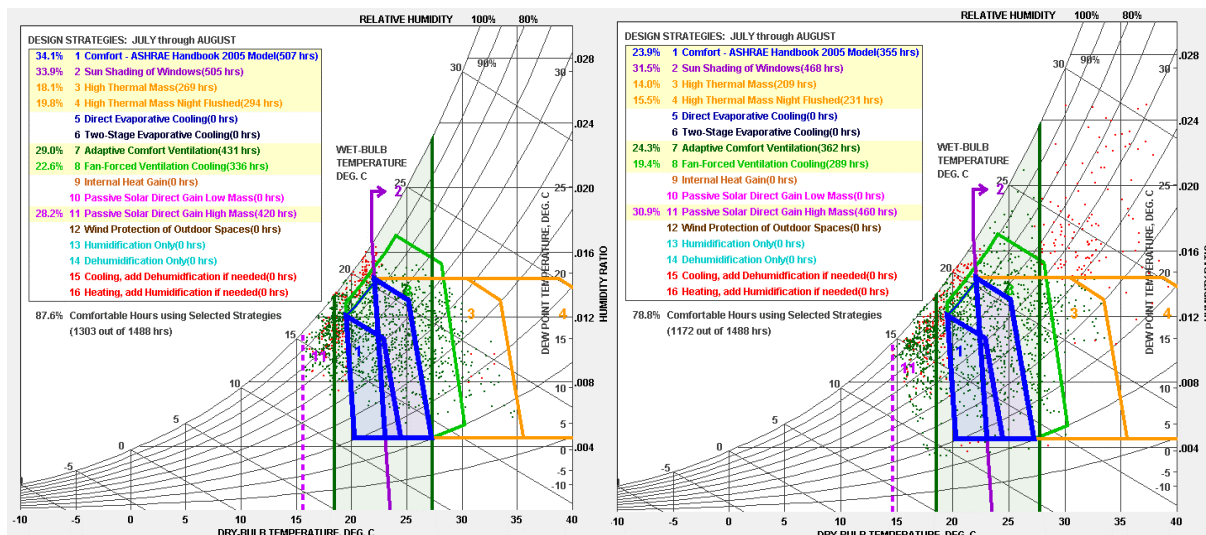


Figura 8 – Avaliação das condições de conforto: tempo em cada gama de temperatura

2.5 Comportamento solar passivo (construção)

2.5.1 Aspetos gerais

O comportamento térmico passivo do edifício está relacionado com a capacidade deste proporcionar condições de conforto interior com soluções passivas, nomeadamente concebendo o edifício com uma exposição solar adequada (sul/norte), isolamento térmico da envolvente, inércia térmica forte, ventilação natural, proteção e sombreamento dos vãos envidraçados e superfícies exteriores de cor clara. Adotando estas estratégias, em espaços com baixas fontes internas de calor é possível obter condições de conforto durante extensos períodos do verão sem recurso a sistemas mecânicos. Na Figura 9 representam-se as condições ambientais exteriores nos anos de 2015 e no cenário do ano de 2095 com emissões RCP8.5, onde é possível identificar que no clima atual através de uma adequada arquitetura e uso dos espaços é possível obter condições de conforto térmico em sensivelmente 88% do tempo dos meses de julho e de agosto, enquanto no cenário de 2095 RCP 8.5 essas condições de conforto se estimam ser satisfeitas em apenas 79% do tempo desses dois meses. Na Figura 9b é visível o maior número de horas com temperatura superior a 30°C (face ao clima de 2015), bem como uma maior humidade do ar.



a) Clima de Lisboa de 2015: 88% do tempo satisfaz condições de conforto

b) Clima de Lisboa de 2095 RCP 8.5: 79% do tempo satisfaz condições de conforto 2095

Figura 9 – Identificação de medidas solar passivas e análise do seu potencial nos períodos quentes

A categoria comportamento térmico passivo do método integrado destina-se a avaliar e a valorizar as soluções arquitetónicas e construtivas que permitam de uma forma eficaz atenuar as condições adversas do ambiente exterior e proporcionar um ambiente interior confortável, que normalmente é percecionado pelos ocupantes como mais agradável do que ambientes com condições ambientais mais estritas e estáveis proporcionadas por sistemas mecânicos. A ponderação e incentivo das soluções construtivas passivas para assegurar um desempenho térmico mais satisfatório, independentemente do funcionamento dos sistemas mecânicos, visa identificar os edifícios menos vulneráveis e mais adaptados às alterações climáticas, independentemente da eficiência dos seus sistemas energéticos que é avaliada na categoria energia do método integrado.

Na secção precedente apresentou-se a definição de edifício passivo de acordo com a legislação Portuguesa (RECS-E, 2013) e que se encontra alinhado com outras definições que entram em conta com a temperatura exterior. Num edifício do tipo hotel, essa definição deve ser analisada por espaço, pois existem alguns casos em que devido a exposição solar ou ganhos internos mais intensos pode não ser possível satisfazer as condições de conforto adaptativas. No documento (Pinto, 2016c) apresenta-se a análise do impacto das soluções passivas e a ponderação de cada categoria. Nas subsecções seguintes apresenta-se uma síntese do impacto estimado de cada um desses critérios.

Para promover edifícios passivos o indicador de comportamento térmico passivo (I_p) pondera os seguintes aspetos:

- Isolamento térmico adequado da envolvente e a adoção de cores claras.
- Proteção solar adequada dos vãos envidraçados no período de verão, que tem em conta a área envidraçada da fachada, o vidro, os dispositivos de proteção solar e a exposição do vão.
- Potencial de captação de ganhos solares no inverno, que tem em conta essencialmente o fator solar do vidro e a exposição solar do vão.
- Potencial de aproveitamento da ventilação natural.
- Inércia térmica como forma de reduzir a temperatura máxima do ar no interior e as amplitudes térmicas diárias.
- Potencial de aproveitamento da luz natural, sendo valorizadas a área e localização dos vãos e a transmitância luminosa dos envidraçados.

- Espaços verdes exteriores e coberturas ajardinadas como forma de atenuar os fenómenos do tipo ilha de calor e reduzir o valor da temperatura do ar na proximidade do edifício.
- Impacte ambiental de materiais e adaptabilidade dos componentes construtivos.

O indicador de comportamento térmico passivo (I_p) é determinado utilizando as ponderações e os critérios indicados no Quadro 3. O Indicador de comportamento térmico passivo (I_p) pode ter valores entre 1 e 5, correspondendo o valor 5 a um hotel Adaptado e que tem um desempenho equivalente ao hotel de referência AdaPT, enquanto um hotel com o valor 1 corresponde ao hotel menos adaptado. O hotel adaptado tem por base os níveis de isolamento, proteção solar e áreas envidraçadas regulamentares (RECS-E, 2013; RECS-QAI, 2013) e indicado no Quadro 4.

$$I_p = \sum_{\text{critério}} \text{Ponderação} \times \text{valor} \quad (3)$$

Quadro 3 – Categoria Comportamento térmico passivo

Critério	Indicador	Ponderação	Valor				
			5	4	3	2	1
Isolamento térmico da envolvente dos espaços climatizados	I_p isolamento	10%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Proteção solar dos vãos envidraçados no verão	I_p sombreamento	20%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Potencial de captação de ganhos solares no inverno	I_p sol	10%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Potencial de ventilação natural	I_p ventilação natural	20%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Inércia térmica	I_p inércia térmica	10%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Iluminação natural	I_p iluminação natural	15%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Espaços verdes	I_p espaços verdes	5%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Cobertura ajardinada	I_p cobertura ajardinada	5%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Materiais	I_p materiais	2.5%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75
Adaptabilidade	I_p adaptabilidade	2.5%	≤ 1.0	1.00 a 1.25	1.25 a 1.50	1.50 a 1.75	> 1.75

Para avaliar a adequação destes indicadores e do seu impacto para o indicador de comportamento passivo do edifício, foi efetuado um estudo paramétrico do comportamento térmico passivo de um quarto de hotel com as dimensões médias de quartos de hotéis do projeto AdaPT de 27 m² (superior aos mínimos de 19.5 e 22.5 m² requeridos para quartos duplos de hotéis de 4 e 5 estrelas), no qual foram estudados os seguintes parâmetros:

- Fachada exterior com exposição: N, E, S e W;
- Relação entre área de janela e área de fachada (WWR): de 0.20, 0.30, 0.45, 0.65;
- Vãos com as características indicadas no Quadro 5;
- Proteção solar dos vãos aplicada pelo lado exterior da janela ou pelo lado interior e com uma transmitância energética de 0.10 e que são fechados quando a radiação solar incidente é superior a 150 W/m²;
- Janela à face exterior da fachada ou sombreadas por palas horizontais e verticais ($F_o.F_f=0.5$)
- Inércia térmica: fraca ($M^1=140$ kg/m²); média ($M=300$ kg/m²), forte ($M=440$ kg/m²);
- Isolamento térmico da parede U: 1.3 W/(m².K) referente a uma parede simples sem isolamento; 0.7 W/(m².K); 0.5 W/(m².K) referente ao requisito aplicável a edifícios de comércio e serviços e U=0.5 W/(m².K) requerido atualmente para edifícios de habitação);
- Cor da superfície exterior: clara ($\alpha=0.4$), média ($\alpha=0.5$), escura ($\alpha=0.8$);
- Ventilação: sem intensificação da ventilação pela abertura das janelas ou cinco renovações de ar por hora quando as condições exteriores são favoráveis;
- Iluminação artificial do quarto ligada quando a iluminância proporcionada pela luz natural é inferior a 150 lx.

Quadro 4 – Qualidade térmica de referência para a zona climática I1,V3

Característica	Valor
Elementos opacos verticais	$U_{ref}=0.70$ W/(m ² .K)
Elementos opacos horizontais	$U_{ref}=0.50$ W/(m ² .K)
Cor das superfícies opacas	Clara
Vãos envidraçados	$U_{ref}=4.30$ W/(m ² .K)
Proteção solar dos vãos envidraçados	$g_{ref}=0.15$ $g_{max}=0.50$
Área envidraçada/Área da fachada (WWR ²)	30%

¹ M – massa térmica útil, determinada de acordo com (Despacho (extrato) n.º 15793-K, 2013)

² WWR – *Window Wall Ratio*

Quadro 5 – Exemplos de propriedades espectrofotométricas de vidros

Tipo	U	Fator solar (g)	Transmitância energética	Transmitância luminosa
Vidro simples incolor	5.8	0.87	0.85	0.90
Vidro duplo incolor	2.9	0.78	0.73	0.82
Vidro triplo incolor	2.0	0.70	0.63	0.75
Vidro duplo baixo emissivo	1.7	0.72	0.60	0.74
Vidro duplo baixo emissivo	1.4	0.67	0.58	0.78
Vidro duplo baixo emissivo	1.2	0.65	0.54	0.78
Vidro duplo proteção solar	1.3	0.48	0.44	0.59
Vidro duplo proteção solar	1.2	0.37	0.34	0.67
Vidro duplo proteção solar	1.2	0.25	0.21	0.40

2.5.2 Isolamento térmico

O indicador sobre o nível de isolamento térmico da envolvente ($I_{p \text{ isolamento}}$) tem por base valorizar o isolamento térmico da envolvente e a adoção de cores claras para reduzir os ganhos de calor no verão e também as perdas no inverno. O indicador $I_{p \text{ isolamento}}$ é dado pelo rácio entre o nível de isolamento térmico da envolvente do hotel face ao hotel AdaPT, em que se consideram os coeficientes de transmissão térmica indicados no Quadro 4 no hotel AdaPT. O indicador é calculado pela expressão 1, sendo o mesmo tanto melhor, quanto menor for este indicador.

$$I_{p \text{ isolamento}} = \frac{\sum_{Hotel A} [(1-WWR)U_{cor} + WWR.U_{window}]}{\sum_{AdaPT} [A_{roof}.U_{roof}.0.4 + A_{floor}.U_{floor} + A_{wall}[0.7U_{wall}.0.4 + 0.3.U_{window}]} \quad (4)$$

Na Figura 10 representa-se a relação entre o indicador passivo do isolamento e a percentagem de horas previstas da temperatura operativa no interior do quarto exceder o valor de 27 °C, para um quarto de 27 m², com WWR=30%, com inércia térmica média e exposto às quatro orientações principais (Pinto, 2016a). Para estas condições de referência (RECS-E, 2013) regista-se um aumento de 1.2% (35 horas) no tempo em que a temperatura interior é excessiva por cada incremento unitário do indicador passivo $I_{p \text{ isolamento}}$. O indicador 1 corresponde a uma parede com $U=0.70 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, cor clara e uma janela com $U_w=4.3 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. Foi também apreciado o impacto de diferentes níveis de isolamento térmico de janelas, de paredes e cores mais escuras (absortância solar de 0.5 e 0.8).

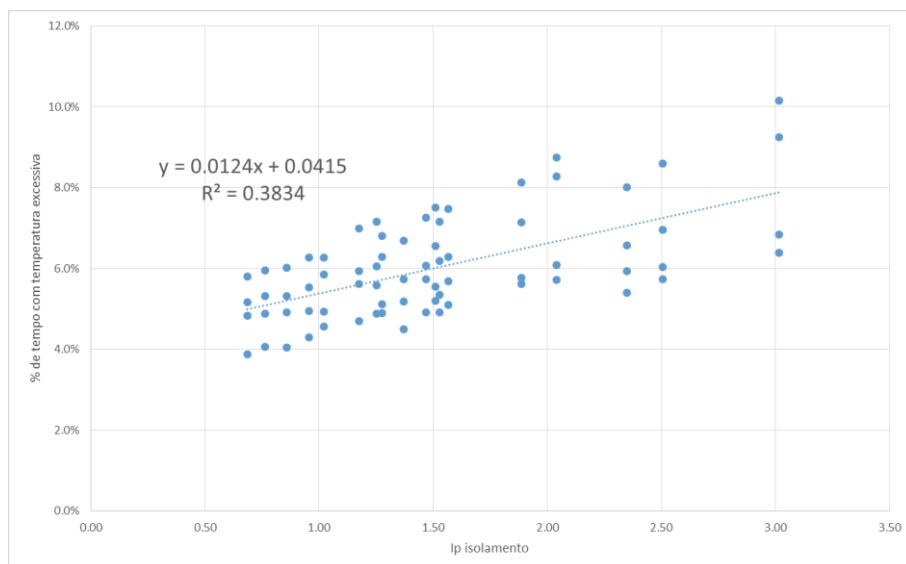


Figura 10 – Apreciação do impacto do indicador passivo do isolamento nas condições de conforto

2.5.3 Proteção solar

O indicador sobre o índice de proteção solar dos vãos envidraçados ($I_{p \text{ sombreamento}}$) tem por base o rácio entre o nível de proteção solar máximo do hotel AdaPT face ao disponível no hotel, de acordo com a expressão 2. Neste cálculo consideram-se apenas as fachadas com vãos envidraçados. A proteção solar será tanto melhor quanto menor for este indicador. O valor de proteção solar do hotel AdaPT é mais restritivo para as fachadas com exposição solar menos adequadas (por ex. a nascente e a poente), sendo para o efeito adotado o fator de orientação X indicado no Quadro 6. O sombreamento será tanto melhor, quanto menor for este indicador e que para o hotel AdaPT toma o valor 1.

$$I_{p \text{ somb}} = \frac{\sum_{\text{hotel A.}} (WWR \cdot g_{\text{vão}} \cdot F_o \cdot F_f)}{\sum_{\text{hotel A.}} 0.3 \cdot 0.2 \cdot 0.9 \cdot X} \quad (5)$$

Quadro 6 – Fator de orientação X para o período de verão

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Hor
X	1.50	1.05	0.60	0.80	1.0	0.88	0.75	1.13	0.40

Na Figura 11 representa-se a relação entre o indicador passivo de sombreamento e a percentagem de horas previstas da temperatura operativa no interior de um quarto de hotel exceder o valor de 27 °C, para um quarto de 27 m², com inércia térmica média e exposto às quatro orientações principais (Pinto, 2016a). De uma forma geral regista-se um aumento de 7.5% (220 horas) do tempo em que a temperatura interior é excessiva por cada incremento unitário do indicador passivo $I_{p \text{ sombreamento}}$.

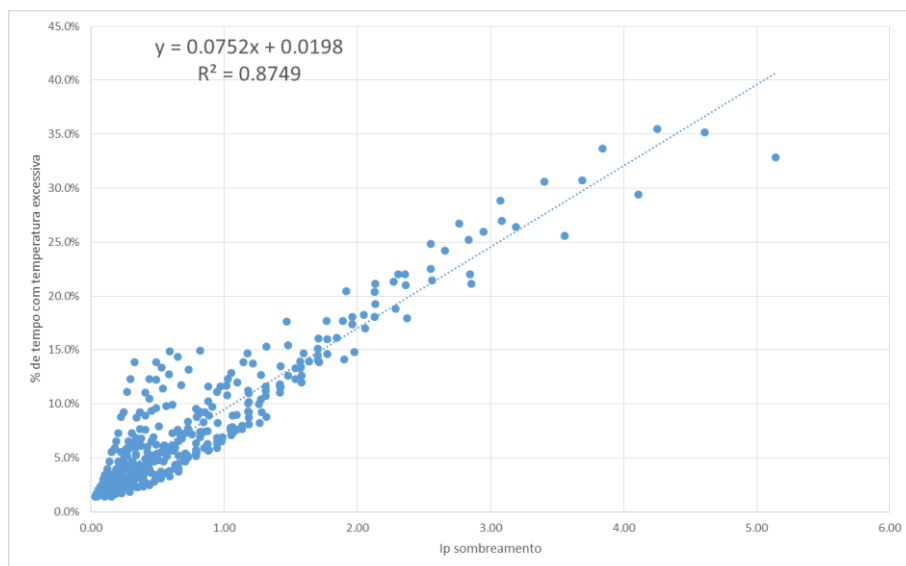


Figura 11 – Apreciação do impacto do indicador passivo do sombreamento nas condições de conforto

2.5.4 Potencial de captação solar

Apesar do maior risco associado às alterações climáticas ser o período de verão, é importante assegurar que essas soluções de proteção solar não comprometem os ganhos solares e a iluminação natural. Nesse sentido, é avaliado o potencial de captação solar pelos vãos envidraçados através do indicador $I_{p\ sol}$, que tem por base o rácio entre a área coletora disponível no hotel face ao hotel AdaPT, de acordo com a expressão 3. Neste cálculo consideram-se apenas as fachadas com vãos envidraçados. O fator de orientação X para o período de inverno encontra-se no Quadro 7.

$$I_{p\ sol} = \frac{\sum_{hotel} A_{0.12}}{\sum_{hotel} A \cdot WWR \cdot g_{vidro} \cdot F_o \cdot F_f \cdot X} \quad (6)$$

Quadro 7 – Fator de orientação X para o período de inverno

Orientação do vão	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
X	0,27	0,33	1,00	0,84	0,56	0,89

2.5.5 Inércia térmica

O indicador sobre a inércia térmica tem por base o rácio entre a área de pavimento de espaços que pertencem à classe de inércia térmica média e forte, face ao hotel AdaPT em que se considera que os espaços pertencem à classe de inércia térmica forte (massa térmica útil ≥ 400 kg/m²). O cálculo do indicador passivo inercia térmica ($I_{p\ inercia\ térmica}$) é efetuado de acordo com a expressão 4. Neste cálculo consideram-se apenas os espaços do tipo quartos, lobby, circulações de clientes, escritórios e restaurantes. O impacto da inercia térmica será tanto maior quanto menor for este indicador e que para o hotel AdaPT toma o valor 1.

A massa térmica útil e a classe de inércia térmica de cada espaço deve ser determinada de acordo com a metodologia definida no (Despacho (extrato) n.º 15793-K, 2013), podendo ser adotadas as simplificações aplicáveis aos edifícios existentes (Despacho (extrato) n.º 15793-E, 2013) e que se sistematizam no Quadro 8.

$$I_p \text{ inércia térmica} = \frac{\sum_{\text{hotel}} A_{\text{floor}}}{\sum_{\text{hotel}} A_{\text{floor com inércia forte}} + 0.75 A_{\text{floor com inércia média}} + 0.25 A_{\text{floor com inércia fraca}}} \quad (7)$$

Na Figura 12 representa-se a relação entre o indicador passivo de inércia térmica e a percentagem de horas previstas da temperatura operativa no interior de um quarto de hotel exceder o valor de 27 °C, para um quarto de 27 m², com a qualidade térmica de referência indicada no Quadro 4 (Pinto, 2016a). De uma forma geral regista-se um aumento de 2.2% (64 horas) do tempo em que a temperatura interior é excessiva por cada incremento unitário do indicador passivo I_p inércia térmica.

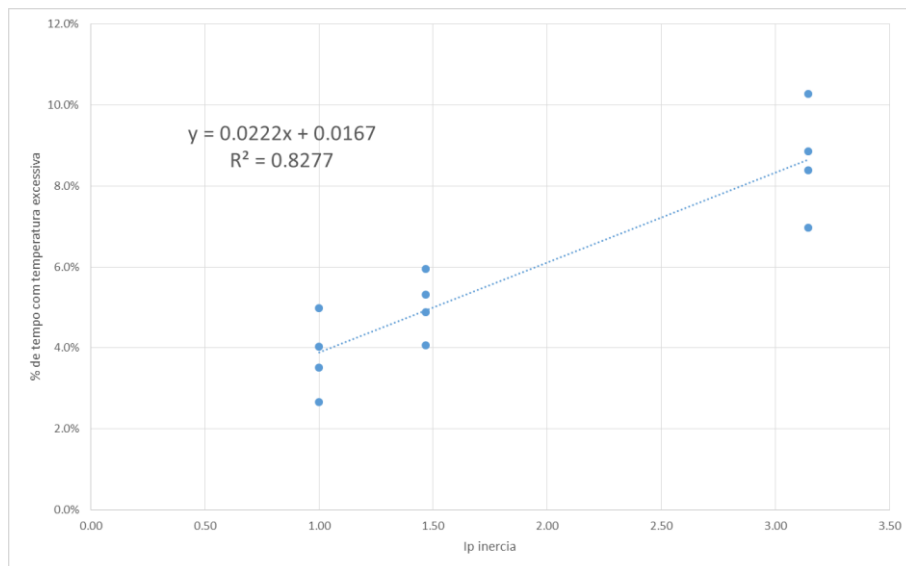


Figura 12 – Apreciação do impacto do indicador passivo da inércia térmica nas condições de conforto

Quadro 8 – Classes de inércia térmica

Classe de Inércia Térmica Interior	Requisito
Fraca $M < 150 \text{ kg/m}^2$	Caso se verifiquem cumulativamente as seguintes soluções: <ul style="list-style-type: none"> - Teto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura); - Revestimento de piso do tipo flutuante ou pavimento de madeira; - Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação;
Média $150 \text{ kg/m}^2 < M < 400 \text{ kg/m}^2$	Caso não se verifiquem os requisitos necessários para se classificar a classe de inércia térmica em Forte ou Fraca.
Forte $M \geq 400 \text{ kg/m}^2$	Caso se verifiquem cumulativamente as seguintes soluções, sem aplicação de isolamento térmico pelo interior: <ul style="list-style-type: none"> - Pavimento e teto de betão armado ou pré-esforçado; - Revestimento de teto em estuque ou reboco; - Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pelo, com exclusão de soluções de pavimentos flutuantes; - Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco; - Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco; - Paredes da envolvente interior (caixa de escada) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco

2.5.6 Avaliação conjugada dos indicadores de sombreamento, inércia e isolamento

Na Figura 13 representa-se a relação entre a conjugação dos indicadores I_p isolamento, I_p sombreamento e I_p inércia, com as ponderações definidas no Quadro 3. Dessa figura constata-se que em média do decréscimo do valor do indicador I_p resulta um acréscimo médio de período de desconforto de 6.5% do tempo (190 horas). As soluções com I_p acima de 4 apresentam também uma peritagem de tempo com temperatura excessiva inferior a 20%. Na Figura 14, apresentam-se os resultados para o cenário de 2095 RCP 8.5, de onde se constata um aumento generalizado das estimativas de temperatura excessiva, contudo esse aumento é menor nos hotéis AdaPT do que nos hotéis menos adaptados como se depreende da comparação da distância entre a linha de tendência laranja referente aos resultados do ano 2015 e da linha azul dos resultados do cenário 2095 RCP8.5.

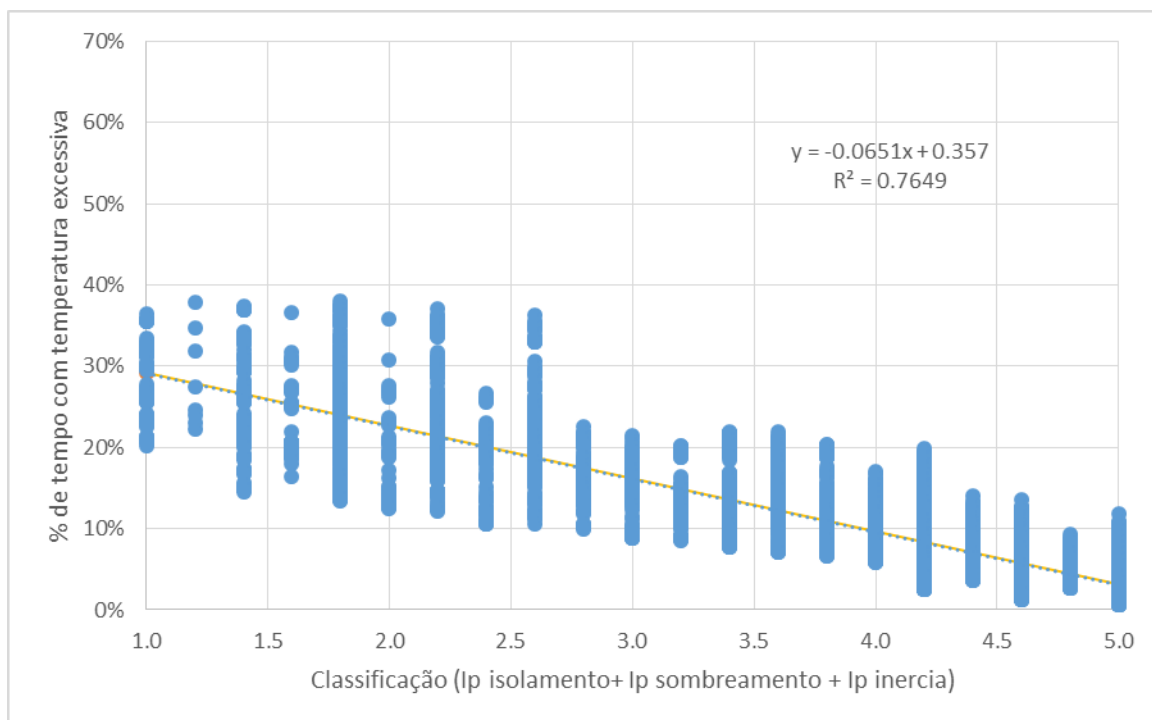


Figura 13 – Apreciação da relação entre a combinação dos indicadores e a percentagem de temperatura excessiva

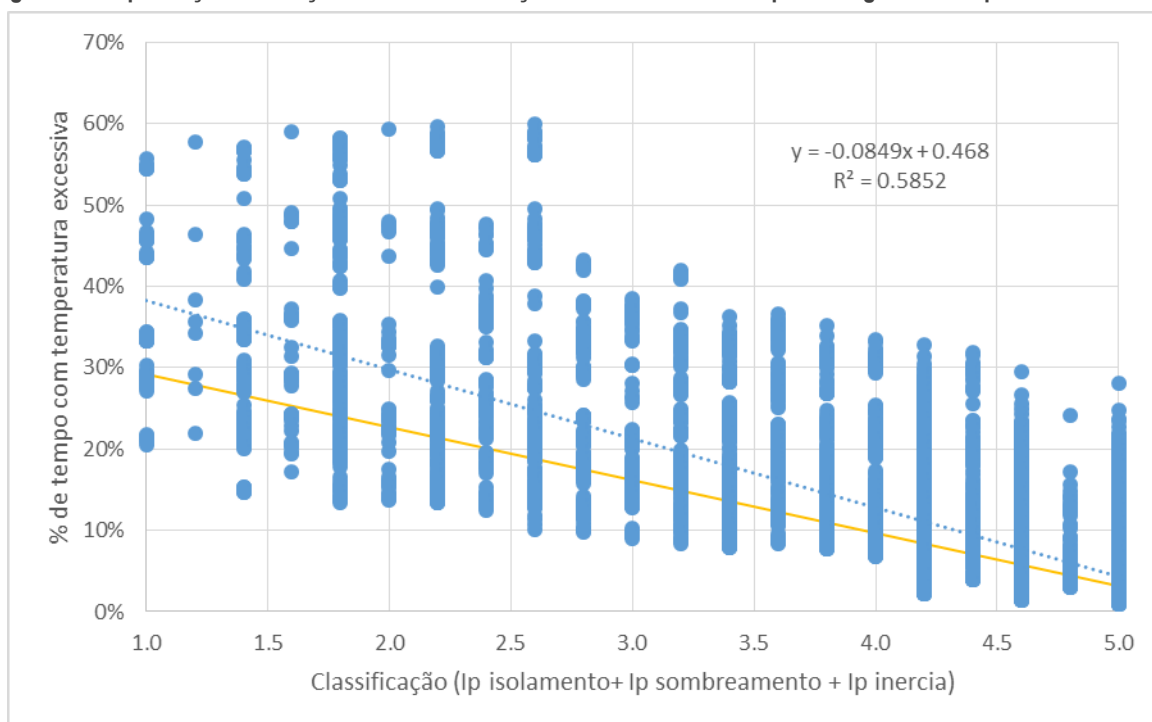


Figura 14 - Apreciação da relação entre a combinação dos indicadores e a percentagem de temperatura excessiva para o cenário 2095 RCP8.5

2.5.7 Ventilação natural

Os espaços do hotel devem estar providos de soluções que permitam promover a intensificação da ventilação natural dos espaços pela abertura de janelas. O indicador sobre o potencial de ventilação natural pelos vãos envidraçados ($I_{p \text{ ventilação natural}}$) tem por base o rácio entre a área dos espaços com esse potencial face à área desses espaços e pode ser calculada de acordo com a expressão 5. Neste cálculo consideram-se apenas os espaços do tipo quartos, lobby, circulações de clientes, escritórios e restaurantes. O potencial de ventilação natural será tanto melhor, quanto menor for este indicador e que para o hotel AdaPT toma o valor 1.

$$I_{p \text{ ventilação natural}} = \frac{\Sigma_{\text{hotel } A_{\text{floor}}}}{\Sigma_{\text{hotel } A_{\text{floor com ventilação natural}}}} \quad (8)$$

Os critérios para apreciação da adequação das folhas móveis de janelas para promover a ventilação natural são os seguintes (Figura 15):

- A área útil total das aberturas na envolvente exterior não deve ser inferior a 4% da área de pavimento do espaço com ventilação natural, devendo a atuação sobre as aberturas ser acessível aos ocupantes, sendo que na determinação da área útil das aberturas deve ser considerado o efeito dos elementos de enquadramento do vão e as proteções solares fixas que reduzam a área útil da abertura das janelas;
- Caso a ventilação seja assegurada pela abertura de janelas, estas devem ser adequadas para ventilação natural, mediante existência de folhas móveis com posições estáveis quando abertas e que limitem a infiltração de água da chuva, designadamente, janelas basculantes, projetantes, oscilo-batentes, de correr, ou janelas dotadas de ferragens com meios de fixação em, pelo menos, duas posições de abertura, sendo que para assegurar o controlo do caudal de ar novo, podem ser consideradas folhas móveis com mais de uma posição de abertura, ou então devem ser consideradas várias folhas móveis;
- Nos espaços com aberturas em apenas uma das fachadas, considera-se que pode haver ventilação natural suficiente, desde que a profundidade do espaço, entendida como a distância média entre a(s) parede(s) da(s) fachada(s) com a(s) abertura(s) e a(s) parede(s) interior(es) oposta(s), não exceda duas vezes o seu pé-direito médio até ao valor de 7,5 m;
- Nos espaços com aberturas em duas fachadas adjacente, considera-se que pode haver ventilação natural suficiente desde que a distância média entre o centro das fachadas com aberturas não exceda cinco vezes o pé-direito médio do espaço, considerado até ao valor de 17,5 m.
- Existe também a hipótese de assegurar a ventilação natural com outras soluções, que podem ser avaliadas de forma detalha ou simplificada, com métodos de cálculo que satisfaçam à norma (EN 15242, 2007).
- A localização das janelas ou das condutas de ventilação natural devem estar afastadas mais de 10 m de vias de circulação automóvel, parques de estacionamento, devendo ser assegurado que estas também se encontram afastadas de outras fontes de poluição ou odores.

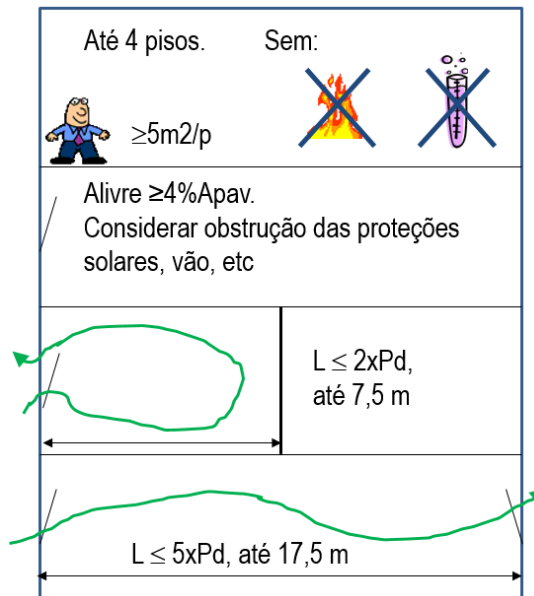


Figura 15 – Princípio geral para assegurar ventilação natural de espaços

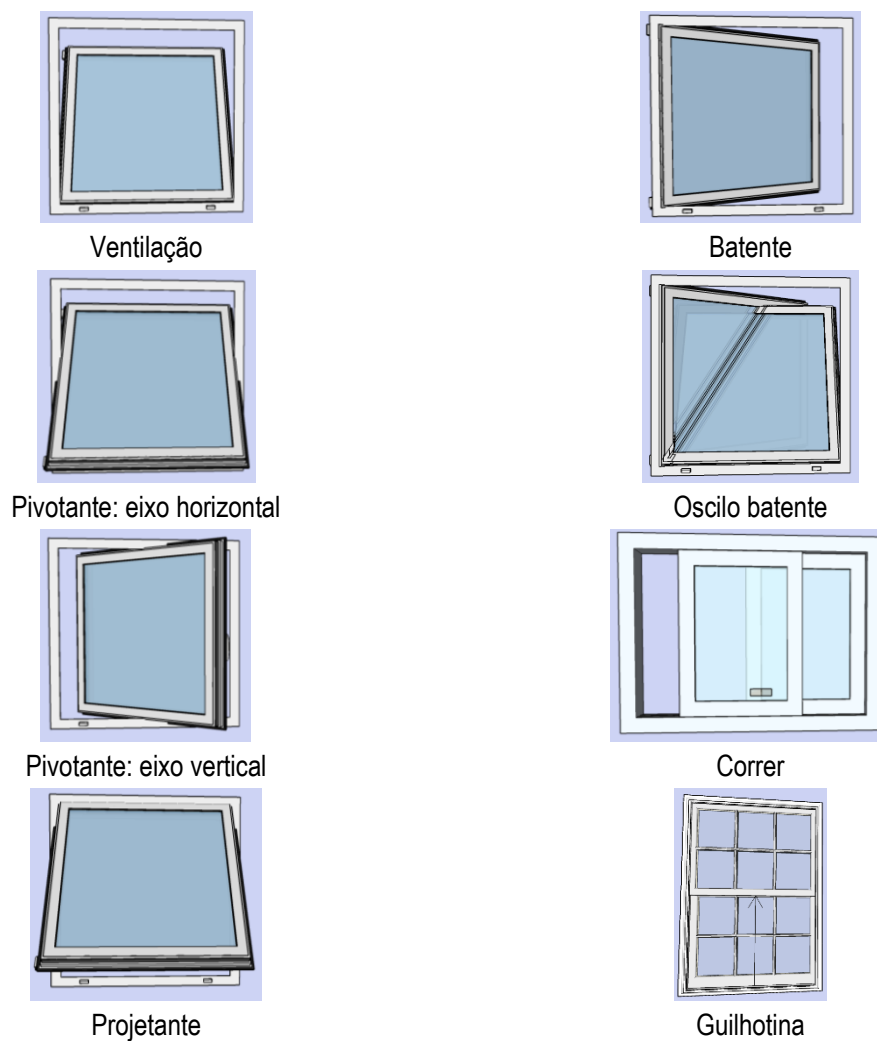


Figura 16 – Exemplos de folhas móveis adequadas para ventilação natural

2.5.8 Iluminação natural

A avaliação do potencial de aproveitamento da luz natural visa conferir um equilíbrio com os requisitos de proteção solar e o da transmissão de luz e contato visual com o exterior. O indicador sobre a iluminação natural tem por base a relação entre a área de pavimento com potencial de aproveitamento da luz natural e a área total de pavimento calculada de acordo com a expressão 6. Neste cálculo consideram-se apenas os espaços do tipo quartos, lobby, circulações de clientes, escritórios e restaurantes. Considera-se que existem condições para um espaço ter iluminação natural suficiente se o produto da relação da área do vão envidraçada e a área das fachadas (WWR) e a transmitância luminosa do envidraçado não for inferior a 11%, sendo uma forma simplificada de satisfazer ao fator de luz dia que tem uma forma de cálculo mais detalhada. Nas soluções de iluminação lateral pelas janelas considera-se que a luz natural penetra até à profundidade correspondente a 2.5 vezes a altura da verga da janela e a largura com iluminação natural é de sensivelmente 25% dessa profundidade para cada um dos lados da janela (EN 15193, 2010), Figura 17. No caso de janelas de cobertura, admite-se que a zona com iluminação natural tem uma largura correspondente ao dobro da altura entre a janela e o pavimento (h), Figura 18. Para potenciar o aproveitamento da luz natural é necessário organizar o espaço interior de forma a potenciar a sua penetração no espaço e a não ser causa de desconforto.

$$I_p \text{ iluminação natural} = \frac{\Sigma_{Hotel} A_{floor}}{\Sigma_{Hotel} A_{floor \text{ com iluminação natural}}} \quad (9)$$

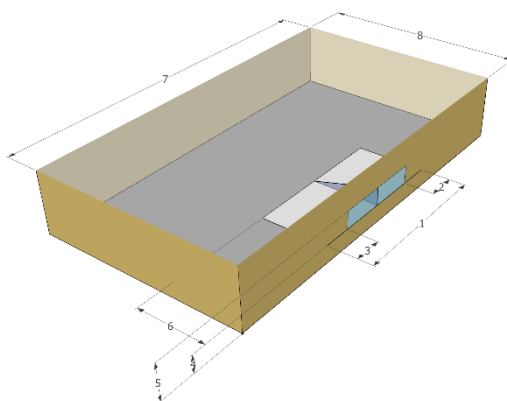


Figura 17 – Indicação da zona com iluminação natural suficiente com janelas

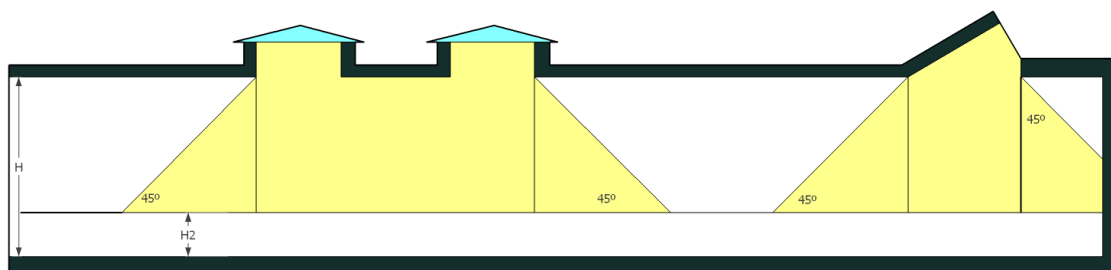


Figura 18 – Indicação da zona com iluminação natural suficiente com janelas de cobertura

Legenda da Figura 17:

- | | |
|--|---|
| 1 – Largura da zona com iluminação natural suficiente, $WI=Ww+0.5DI$. | 6 – Profundidade de penetração da luz natural, DI |
| 2 e 3 - Largura da penetração da luz natural que é dada por $WI=0.25*DI$ | 7 – Largura do espaço, Ws . |
| 4 – Cota do peitoril da janela Hwl | 8 – Profundidade do espaço Ds . |
| 5 – Cota da verga da janela Hwh | 9 – Largura da janela, Ww . |

2.5.9 Espaços verdes

Os espaços verdes exterior, devido ao efeito de sombreamento e de evapotranspiração e a existência de planos de água afetam o microclima em torno do edifício e no período de verão podem reduzir a temperatura exterior entre a 1 a 5 °C, sendo este efeito benéfico sentido até cerca de 35 m de distância (Robitu, Musy, Inard, & Groleau, 2006) (Chen et al., 2014) (Klemm, Heusinkveld, Lenzholzer, Jacobs, & Van Hove, 2015). (Dimoudi & Nikolopoulou, 2003) preveem uma redução de 0.8 °C por cada aumento de 10% entre a área verde e a área contruída, enquanto no estudo sobre o efeito da vegetação ao nível do arruamento e de coberturas verdes de (Perini & Magliocco, 2014) é prevista uma redução da temperatura do ar de cerca de 0.4 °C. O porte da vegetação tem influência na redução da temperatura (Klemm et al., 2015) e também da proteção dos edifícios do efeito da ação do vento.

O incentivo de espaços verdes como estratégia solar passiva é efetuado ponderando:

- Coberturas ajardinadas: quando pelo menos 75% da cobertura não ocupada por sistemas solares (coletores solares térmicos ou fotovoltaicos) é verde (expressão 7);
- Outros espaços verdes exteriores (expressão 8):
 - quando pelo menos 40% da área de implantação do empreendimento é constituída por espaços verdes, da qual pelo menos 50% está dotada de espécies autóctones (Farinhó, 2009);
 - O sistema de rega deve ter controlo automático com horário e em função da humidade do terreno.

$$I_{p \text{ espaços verdes}} = 0.375 \times A_{\text{empreendimento}} / A_{\text{espaços verdes}} \quad (10)$$

$$I_{p \text{ cobertura ajardinada}} = 0.20 \times A_{\text{cobertura}} / A_{\text{cobertura ajardinada}} \quad (11)$$

Na ausência de espaços verdes o indicador $I_{p \text{ espaços verdes}}$ toma o valor 2, enquanto na ausência de cobertura ajardinada $I_{p \text{ cobertura ajardinada}}$ toma o valor 2.

2.5.10 Materiais e adaptabilidade

A indústria da construção é responsável por cerca de 50% dos recursos extraídos da natureza e a energia consumida na fase construção dos edifícios (energia incorporada nos materiais) pode ser 15% a 20% da energia do ciclo de vida do edifício (Pinto, 2008). Além disso, os edifícios são responsáveis por mais de 40% dos resíduos gerados pelo homem. No Quadro 9 indicam-se os valores da energia incorporada em alguns materiais de construção.

Neste sentido, no indicador passivo incorpora-se também uma componente destinada a valorizar a incorporação de materiais naturais locais, materiais com rótulo ecológico ou com declaração de desempenho ambiental, materiais reciclados ($I_{p \text{ materiais}}$) e materiais, produtos ou sistemas que permitam a adaptação ($I_{p \text{ adaptabilidade}}$) e reabilitação dos espaços de uma forma a que seja possível reutilizar cerca de metade dos materiais, por exemplo através da utilização de elementos pré-fabricados.

Nesta vertente incentiva-se a conceção de soluções para as zonas de clientes que reflitam os princípios atrás expostos, nomeadamente facilitem a reabilitação de espaços de zonas de clientes e a reutilização ou reciclagem de materiais. Neste cálculo considera-se a relação dos materiais e equipamentos que satisfazem esses requisitos, face aos materiais totais da intervenção. Na ausência de informação $I_{p \text{ materiais}}$ e $I_{p \text{ adaptabilidade}}$ toma o valor 2.

$$I_{p \text{ materiais}} = \frac{\Sigma_{Hotel A_{floor}}}{\Sigma_{Hotel A_{floor} \text{ espaço materiais}}} \quad (12)$$

$$I_{p \text{ adaptabilidade}} = \frac{\Sigma_{Hotel A_{floor}}}{\Sigma_{Hotel A_{floor} \text{ espaço adaptado}}} \quad (13)$$

Quadro 9 - Valores aproximados da energia incorporada de alguns materiais de construção³

Material	Taylor, 2002 MJ/kg	Sidler, 2000 MJ/kg	Buchanan (Pinheiro, 2007) MJ/kg	Lawson (Pedro, 2007) MJ/Kg	Paiva, 1985 MJ
Metais					
Alumínio	190	121 ^b	145	170,0	
Aço	30	42 ^a		34,0	
Aço para estruturas			59		
Aço galvanizado				38,0	
Aço inoxidável		105			
Cobre	50	63		100,0	
Zinco		50		51,0	
Betão cimento					
Betão	1,3	1,5		1,7	
Betão armado		2,8			
Betão leve (1/3 da massa betão)	2				
Blocos de betão				1,4	0,72
Blocos de betão celular autoclavado					1720 MJ/m ³
Painéis de betão pré-fabricado				1,9	
Inertes pesados (britas)					0,11
Cimento		6,3		5,6	
Cimento portland (wet process)	6				4,92
Cimento portland blast furnace	3				
Argamassa cimento revestimento					2170 MJ/m ³
Argamassa bastarda revestimento					2400 MJ/m ³
Cal hidráulica					5,27
Gesso		2,5			1,99
Cerâmica/Pedra					

³ Extraído de (Pinto, 2008)

Material	Taylor, 2002 MJ/kg	Sidler, 2000 MJ/kg	Buchanan (Pinheiro, 2007) MJ/kg	Lawson (Pedro, 2007) MJ/Kg	Paiva, 1985 MJ
Tijolo/telha cerâmica	4	3,3			3,05
Tijolo sand-lime	1,2				
Tijolo fletton	0,6				
Mosaico cerâmico (de argila)				2,5	
Pedra cortada	0,8				
Agregado de granito	0,2				
Granito importado				13,9	
Granito local				5,9	
Terra estabilizada				0,7	
Madeira					
Madeira (softwood) importada	5				
Madeira (softwood) do país	0,8				
Madeira		2,5			2400 MJ/m ³
Madeira bruta			848 MJ/m ³		
Madeira seca e tratada			1200 MJ/m ³		
Madeira branda seca em estufa				3,4	
Madeira dura seca em estufa				2,0	
Madeira dura seca ao ar				0,5	
Carvalho	1,2				
Contraplacado			9440 MJ/m ³		5580 MJ/m ³
Painel de madeira				24,1	5470 MJ/m ³
Painel de aglomerado				8,0	
Madeira lamelada colada				11,0	
Diversos					
Vidro	20	22	31,5	12,7	
Plásticos		75		90,0	
Poliétileno	100				
PVC	80				
Borracha sintética				110,0	
Placa de gesso			5000 MJ/m ³	4,4	
Fibrocimento				7,6	
Papel de parede			7,5 MJ/m ²		
Tinta acrílica				61,5	
Asfalto			280 MJ/m ²		
Movimento de terra		0,042 MJ/m ³			
Material de isolamento térmico					
Poliestireno	4,1 GJ/m ³	84 ^c			
Poliuretano		65			
Lã de vidro	2,7 GJ/m ³	50			
Fibra mineral	0,8 GJ/m ³				
Papel reciclado	0,5 GJ/m ³				
Lã de ovelha	0,1 GJ/m ³				

a - perfil, b - 1ª fusão, c-expandido

2.6 Energia

A categoria energia valoriza a adoção de equipamentos eficientes, o uso eficiente de energia e a incorporação de fontes de energia renovável. Dada a complexidade e a diferente preponderância de usos nos hotéis a avaliação desta vertente é efetuada de forma integrada tendo por base a comparação do desempenho do hotel face ao hotel de referência AdaPT, cujos sistemas de referência se encontram descritos no documento (Pinto, 2016b). Desta forma esta avaliação tem em conta as especificidades do hotel e do seu uso.

De uma forma geral, para o hotel ter um desempenho equivalente ao do hotel AdaPT é necessário estar dotado de equipamentos eficientes e da classe energética mais elevada, satisfazendo à diretiva do Ecodesign (Ecodesign, 2009) e aos requisitos do rótulo Ecolabel (Ecolabel, 2009).

No sistema (EMAS, 2016) prevê-se que a energia produzida a partir de fontes de energia renováveis *in situ* ou de fontes de energia renováveis *ex situ* deve ser superior a 50 % do consumo de energia anual da estrutura de alojamento. No hotel AdaPT foi considerado que cerca de 12.5% da cobertura estava dotada de coletores solares e 12.5% de painéis fotovoltaicos.

Para promover um uso eficiente de energia o indicador energia (I_E) é determinado utilizando a relação entre o consumo de energia do hotel e o consumo de energia do hotel AdaPT é dado pela expressão (14). O Indicador energia (I_E) pode ter valores entre 1 e 5, correspondendo o valor 5 a um hotel Adaptado e que tem um desempenho equivalente ao hotel de referência AdaPT, enquanto um hotel com o valor 1 corresponde ao hotel menos adaptado. A avaliação de I_E é efetuada considerando as necessidades de energia primária do hotel, sendo adotado o fator de conversão de energia final 2.5 para o consumo de eletricidade e de 1 para o consumo de combustíveis.

$$I_E = \frac{\text{Energia Hotel}}{\text{Energia Hotel AdaPT}} \quad (14)$$

2.7 Água

A categoria água pretende incentivar e valorizar o uso eficiente de água, através do uso de dispositivos eficientes e pela reutilização de água ou aproveitamento da água da chuva⁴.

O consumo total de água num hotel varia de cerca de 84 a 2425 l/pax (Gössling, 2015), sendo os principais consumidores os quartos, cozinha e lavandaria. O Sistema de gestão ambiental EMAS indica valores limite de 140 l/pax num hotel com todos os serviços e 100 l/pax em hotéis com casa de banho partilhada.

A vertente água é avaliada utilizando a ponderação da relação entre os consumos do hotel face aos consumos do hotel AdaPT, que está dotado de sistemas eficientes, por exemplo:

- Edifício dotado de dispositivos que permitem uma utilização racional da água, nomeadamente torneiras com atomizador e chuveiros termostáticos de caudal reduzido, sanitas com descarga dupla e de caudal reduzido e sistemas de urinóis sem água. As instalações atuais podem ser equipadas com arejadores (EMAS, 2016).
 - Caudal de chuveiro ≤ 7 l/min;
 - Caudal de torneira de casa de banho ≤ 4 l/min;
 - Caudal médio efetivo de autoclismos $\leq 4,5$ l por descarga;
 - Urinóis sem água;
 - Retrolavagem dos filtros das piscinas com base na diferença de pressão;
 - Dispositivos de lavagem eficientes na cozinha, nomeadamente válvulas pulverizadoras de pré-enxaguamento de caudal reduzido, máquinas de lavar loiça eficientes.
- As necessidades do serviço de lavandaria são reduzidas mediante contratos públicos ecológicos para aquisição de lençóis e toalhas (em termos de tamanho, densidade, cor e material) e em solicitar ou incentivar os clientes a reutilizarem os lençóis e toalhas (EMAS, 2016), sendo valorizados os casos em que a percentagem de toalhas e lençóis reutilizados é de pelo menos 30%.

⁴ Os aspetos de manutenção, monitorização e deteção de fugas são valorizados na categoria “Gestão” definidos na secção 2.3.

- Recurso à reciclagem das águas residuais domésticas ou das águas pluviais:
 - Sistema de recuperação de águas residuais domésticas com vista à sua utilização dentro das instalações após tratamento (por exemplo, nos autoclismos) ou no exterior (por exemplo, em irrigação) ou de instalar um sistema de recolha das águas pluviais com vista à sua utilização dentro das instalações.
 - Sistema de reciclagem das águas pluviais que satisfaz a procura interna de água e/ou de um sistema de reciclagem das águas residuais domésticas que satisfaz a procura interna ou externa de água.
- Percentagem de produtos químicos e de tecidos com rótulo ecológico europeu, em que pelo menos 80% da roupa de cama é constituída por uma mistura de algodão-poliéster ou por linho e que pelo menos 80 % dos tecidos utilizados nos quartos obtiveram um rótulo ecológico ISO de tipo I (por exemplo, o rótulo ecológico da UE) ou provêm da agricultura biológica.

Nas lavandarias é necessário distinguir entre lavandarias de grande e de pequena produção. No Quadro 10 encontram-se os indicadores de desempenho aplicáveis às lavandarias (EMAS, 2016).

Quadro 10 – Indicadores de desempenho para lavandarias

	Lavandaria em pequena escala	Lavandaria em grande escala ou subcontratados
Consumo de água por kg de roupa lavada (l/kg)	Para os serviços de lavandaria em pequena escala, todas as novas máquinas de lavar roupa para uso doméstico são de classe A+++; segundo o sistema de rotulagem energética da UE, e o consumo de água médio das máquinas de lavar roupa industriais é ≤ 7 l por kg de roupa lavada	O consumo total de água durante um ciclo de lavagem completo no âmbito dos serviços de lavandaria em grande escala é ≤ 5 l por kg de roupa para as estruturas de alojamento e ≤ 9 l por kg de roupa para os restaurantes.
Consumo de energia por kg de roupa lavada (kWh/kg)	O consumo total de energia resultante dos serviços de lavandaria em pequena escala efetuados na estrutura de alojamento é $\leq 2,0$ kWh por kg de roupa seca e engomada.	O consumo total de energia durante o processo de secagem e engomagem da roupa é $\leq 0,90$ kWh por kg de roupa para as estruturas de alojamento e $\leq 1,45$ kWh por kg de roupa para os restaurantes.
Percentagem de detergentes com rótulo ecológico (%)	Pelo menos 80 % dos detergentes para a roupa utilizados nos serviços de lavandaria em pequena escala (em peso de ingrediente ativo ou em volume comprado) obtiveram um rótulo ecológico ISO de tipo I (por exemplo, rótulo ecológico da UE, «Nordic Swan», «Blaue Engel»).	São exclusivamente utilizados detergentes para uso profissional conformes com os indicadores de um rótulo ecológico ISO de tipo I (por exemplo, rótulo ecológico da UE, «Nordic Swan», etc.) e aplicados na dose adequada.
Serviços de lavandaria com rótulo ecológico (sim/não)		Todos os serviços de lavandaria subcontratados são efetuados por um prestador que obteve um rótulo ecológico ISO de tipo I (por exemplo «Nordic Swan»), Todos os serviços de lavandaria em grande escala efetuados na estrutura de alojamento ou subcontratados a prestadores de serviços não certificados satisfazem os indicadores de referência aplicáveis.

A comparação do hotel face ao hotel AdaPT confere um grau de liberdade para acomodar serviços adicionais, como piscinas, permitindo uma avaliação da eficiência do hotel. Como indicadores de desempenho adotam-se:

- Consumo de água por pernoita (l/pernoita) não deve ser superior a 140 l por pernoita nos hotéis clássicos (EMAS, 2016).
- Consumo de água por pernoita (l/pernoita) não deve ser superior a 100 l num quarto com casa de banho privativa (EMAS, 2016).
- Consumo de água por refeição (l/couver) não deve ser superior a 25 l por refeição.

- Volume de roupa para lavar de 5 kg/pernoita;
- Consumo de água de rega considerando jardim adaptado e modelo de Penman-Monteith (Lincoln Zotarelli, Michael D. Dukes, Consuelo C. Romero, Kati W. Migliaccio, 2015).

Os produtos de limpeza, os detergentes para fins sanitários, os sabonetes e os champôs utilizados pelo estabelecimento de alojamento turístico devem ter um rótulo ecológico ISO de tipo I (por exemplo, o rótulo ecológico da EU (EMAS, 2016)).

Para promover um uso eficiente de água o indicador água (I_W) é determinado utilizando a relação entre o consumo de água do hotel e o consumo de água do hotel AdaPT que é dada pela expressão 15. O Indicador água (I_W) pode ter valores entre 1 e 5, correspondendo o valor 5 a um hotel adaptado e que tem um desempenho equivalente ao hotel de referência AdaPT, enquanto um hotel com o valor 1 corresponde ao hotel menos adaptado.

$$I_W = \frac{\text{Água Hotel}}{\text{Água Hotel AdaPT}} \quad (15)$$

2.8 Indicador AdaPT AC:T

O indicador único destina-se a integrar e a valorizar cada uma das cinco categorias anteriormente definidas e dar uma indicação integrada da vulnerabilidade da infraestrutura. Esta análise é realizada na aplicação *Hotel Adaptation Tracker HAT* e deve ser complementada com a análise de cada um dos indicadores e do plano de adaptação. O indicador único é obtido pela soma ponderada dos indicadores de desempenho de gestão, conforto, comportamento passivo, energia e água de acordo com a expressão 16 (Figura 19). O indicador único é cálculo para o último ano completo, permitindo efetuar a análise da evolução da implementação das políticas de adaptação de cada infraestrutura.

$$I_{AdaPT} = 0.2I_G + 0.2I_C + 0.2I_P + 0.25I_E + 0.15I_W \quad (16)$$

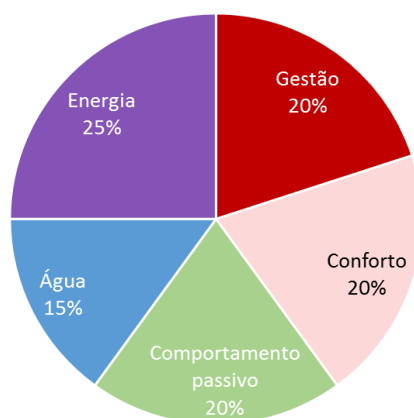


Figura 19 – Ponderação do indicador AdaPT

Na Figura 20 apresenta-se o indicador AdaPT e a descrição dos aspetos relacionados com a classificação das categorias: comportamento passivo, gestão e conforto. Os aspetos a melhorar na componente água e energia são identificados na secção plano de adaptação (Figura 21), sendo apresentada uma lista hierarquizada com base na relação custo-benefício das medidas de adaptação melhora.

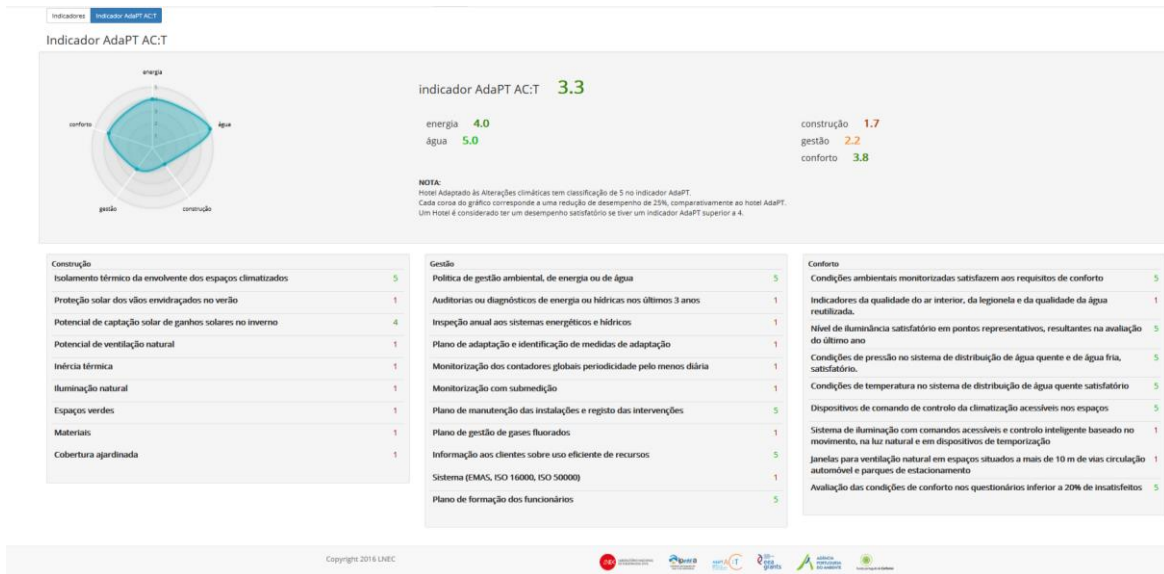


Figura 20 - Indicador AdaPT na aplicação HAT

Plano de adaptação

	electric(kWh)	gas(kWh)	water(m3)	return period
Minibar Quarto	803.75	0.00	0.00	Curto prazo
Eficiência Arrefecimento	1697.13	0.00	0.00	Curto prazo
Recuperação de calor do chiller	0.00	1996.62	0.00	Curto prazo
Torre de arrefecimento	956.22	0.00	149.33	Curto prazo
Cozinha	221.08	1652.63	19.04	Curto prazo
Lavandaria	-25.71	9690.41	20.50	Curto prazo
Controlar HVAC on-demand	-18.13	0.00	0.00	Curto prazo
Fotovoltaicos	204.23	0.00	0.00	Curto prazo
Refrigeração	284.39	0.00	0.00	Curto prazo
Uso de água eficiente nos quartos	38.71	3224.15	107.01	Curto prazo
Solar Collectors	0.00	880.98	0.00	Curto prazo
Efic. Caldeira Vapor	0.00	1508.62	0.00	Curto prazo
Isolamento das tubagens	153.15	916.63	0.00	Curto prazo
Ventilação	501.15	0.00	0.00	Curto prazo
Efic. Caldeira Água	0.00	1411.05	0.00	Curto prazo
Ventiloconvectores	40.10	0.00	0.00	Longo prazo
Free-cooling	-33.55	0.00	0.00	Longo prazo
Iluminação	232.09	0.00	0.00	Longo prazo
AdaPT	0.00	1411.05	0.00	

Nota: Curto prazo - menos de 5 anos; Médio Prazo - entre 5 a 10 anos, Longo Prazo - mais de 10 anos

Intervenções de Adaptação e Melhoria

- A nossa avaliação encontrou ineficiências nos consumos. Debamos aqui uma lista de sugestões para melhorar.
- [Minibar Quarto]** Melhorar a eficiência dos minibar dos quartos permite reduzir o consumo de energia em EUR 80.38.
 - [Eficiência Arrefecimento]** Ao tornar o arrefecimento mais eficiente, consegue reduzir o consumo de energia em EUR 1697.13.
 - [Recuperação de calor do chiller]** Aplicando a recuperação de calor no chiller permite reduzir o consumo de gás em EUR 1996.62.
 - [Torre de arrefecimento]** Melhorar a eficiência da torre de arrefecimento permite reduzir o consumo de energia em EUR 956.22, o consumo de água em EUR 149.33.
 - [Cozinha]** Melhorar a eficiência da Cozinha permite reduzir o consumo de energia em EUR 221.08, o consumo de gás em EUR 1652.63, o consumo de água em EUR 19.04.
 - [Lavandaria]** Melhorar a eficiência da Lavandaria permite reduzir o consumo de gás em EUR 9690.41, o consumo de água em EUR 20.50.
 - [Controlar HVAC on-demand]** Usar dispositivos de uso de água eficientes nos quartos permite reduzir o consumo de energia em EUR 18.13, o consumo de gás em EUR 0.00, o consumo de água em EUR 0.00.
 - [Fotovoltaicos]** Usar acumuladores solares permite reduzir o consumo de energia em EUR 204.23, o consumo de gás em EUR 0.00, o consumo de água em EUR 0.00.
 - [Uso de água eficiente nos quartos]** Usar dispositivos de uso de água eficientes nos quartos permite reduzir o consumo de energia em EUR 38.71, o consumo de gás em EUR 3224.15, o consumo de água em EUR 107.01.
 - [Solar Collectors]** Usar acumuladores solares permite reduzir o consumo de energia em EUR 0.00, o consumo de gás em EUR 880.98, o consumo de água em EUR 0.00.
 - [Efic. Caldeira Vapor]** Uma caldeira mais eficiente permite reduzir o consumo de energia em EUR 0.00, o consumo de gás em EUR 1508.62, o consumo de água em EUR 0.00.
 - [Isolamento das tubagens]** Se isolar as tubagens, consegue reduzir o consumo de energia em EUR 153.15, o consumo de gás em EUR 916.63, o consumo de água em EUR 0.00.
 - [Ventilação]** Melhorar a eficiência do rendimento do sistema de ventilação permite reduzir o consumo de energia em EUR 501.15.
 - [Efic. Caldeira Água]** Uma caldeira mais eficiente permite reduzir o consumo de gás em EUR 1411.05.
 - [Ventiloconvectores]** Melhorar a eficiência do rendimento dos ventiloconvectores permite reduzir o consumo de energia em EUR 40.10.
 - [Iluminação]** Melhorar a iluminação permite reduzir o consumo de energia em EUR 232.09.
 - [AdaPT]** Aplicando estas melhorias AdaPT permite reduzir o consumo de gás em EUR 1411.05.

Construção, Gestão, Conforto

- [Conforto]** Melhorar a avaliação e eventualmente indicadores da qualidade do ar interior, da legionela e da qualidade da água reutilizada
- [Conforto]** Melhorar o nível de iluminação satisfatório em pontos representativos
- [Conforto]** Melhorar condições de pressão no sistema de distribuição de água quente e de água fria (1.5 a 3 bar).
- [Conforto]** Melhorar condições de temperatura no sistema de distribuição de água quente.
- [Conforto]** Melhorar sistema de comando e controlo da iluminação, implementado controlo inteligente baseado no movimento, na luz natural e em dispositivos de temporização
- [Conforto]** Melhorar janelas para assegurar a ventilação natural intensa em espaços situados a mais de 10 m de vias de circulação automóvel e parques de estacionamento
- [Construção]** Melhorar proteção solar dos vidros envidraçados
- [Construção]** Melhorar potencial de aproveitamento da ventilação natural em espaços do edifício pela alteração do movimento das folhas ou aumento da área de abertura.
- [Construção]** A inércia térmica não é forte, podendo ser aumentada a inércia térmica de espaços aumentando a exposição das lajes de pavimento de pisos intermédios ao ambiente interior.
- [Construção]** Melhorar iluminação natural
- [Construção]** Edifícios dispõem de poucos espaços verdes no exterior, podendo ser ponderada a adoção de elementos vegetais na envolvente do edifício como forma de mitigar as condições ambientais exteriores adversas
- [Construção]** Implementar cobertura/fachadas ajardinada como forma de mitigar as condições ambientais exteriores adversas, reduzir a amplitude das descargas de águas pluviais nos sistemas urbanos e aumentar o isolamento da cobertura.
- [Construção]** Melhorar adaptabilidade de forma a facilitar futuras reabilitações e adaptações no edifício.
- [Construção]** Nas obras selecionar materiais de origem local ou reciclados.
- [Gestão]** Desenvolver auditorias ou diagnósticos de energia ou hidráulicas com periodicidade de 3 anos
- [Gestão]** Implementar plano de inspeção anual aos sistemas energéticos e hidráulicos
- [Gestão]** Efetuar avaliação anual do plano de adaptação e da identificação de medidas de adaptação
- [Gestão]** Melhorar sistema de monitorização dos contadores globais com periodicidade pelo menos diária e comparar com indicadores de forma a melhorar o uso de recursos
- [Gestão]** Melhorar/implementar sistema de submedição com periodicidade pelo menos semanal e comparar com indicadores de forma a melhorar o uso de recursos
- [Gestão]** Melhorar/implementar plano de gestão de gases fluorados
- [Gestão]** Efetuar a certificação do sistema de gestão de recursos de acordo com os referenciais EMAS, ISO 16000, ISO 50000.

Figura 21 – Plano de adaptação: aspetos a melhorar na gestão da adaptação e eficiência

3 Avaliação da vulnerabilidade AdaPT AC:T e gestão da adaptação

3.1 Aspetos gerais

Para efetuar a avaliação da vulnerabilidade de empreendimentos hoteleiro seguindo a metodologia definida no capítulo 2 e para permitir aos hotéis disporem de um instrumento que agilize a planificação e a gestão da adaptação e um acompanhamento do seu desempenho seguindo a abordagem dos sistemas de gestão (Figura 2) foi desenvolvida a aplicação *Hotel Adaptation Tracker*.

Esta aplicação tem como principais destinatários os gestores das infra-estruras (Diretores de Hotel), técnicos responsáveis pela gestão das instalações técnicas e gestão da adaptação e visa transmitir de uma forma simples a comparação do desempenho real do hotel com base nos consumos medidos/faturados, face ao desempenho expectável do hotel atendendo ao clima, ocupação e usos do mesmo e face ao referencial da adaptação, o Hotel AdaPT. Por outro lado, visa ser também um repositório organizado dos consumos do hotel e permitir efetuar uma avaliação diária do desempenho do mesmo, auxiliando na fase de verificação, monitorização e identificação de ações corretivas e preventivas. Na secção 3.2 apresenta-se uma perspetiva da aplicação HAT para visualização da informação na vertente da Direção de hotel, com enfoque nos custos e na gestão da adaptação, enquanto na secção 3.3 se apresenta um resumo das funcionalidades na perspetiva mais detalhada.

3.2 HAT: Perspetiva direção de hotel

Na perspetiva da direção de hotel procurou-se que a ferramenta HAT sistematizasse a informação resultante das auditorias e da análise do hotel numa perspetiva de gestão, valorizando o desempenho em custos de exploração e na hierarquia das medidas de melhoria e adaptação com base na relação custo-benefício.

No separador custos (Figura 22), pretende-se evidenciar a comparação do desempenho real do hotel com base nos consumos faturados, face ao desempenho expectável do hotel atendendo ao clima, ocupação e usos do mesmo e face ao Hotel AdaPT, permitindo ao gestor visualizar de uma forma simples a eficiência dos aspetos operacionais da gestão diária e visualizar o impacto de medidas de melhoria e de adaptação. Esta análise pode ser efetuada com várias escalas temporais, de dias, semanas, meses, anos ou períodos selecionados pelo utilizador. No separador custos é possível observar a desagregação dos custos por cada zona funcional do hotel (selecionar a opção “space vs kind”, Figura 23) baseada nos resultados da auditoria e no modelo de simulação dos custos associados aos consumos de energia elétrica, combustíveis e água.

No separador indicador é possível analisar os indicadores de desempenho dos hotéis (Figura 24) para várias escalas temporais, nomeadamente:

- Consumos de energia e de água do hotel por dormida (PAX), por área de construção ou por área climatizada;
- Consumos de energia e de água na cozinha por couver;
- Consumos de energia e de água na lavandaria por kg de roupa tratada.

Tendo em conta a análise integrada do empreendimento turístico no separador indicador AdapPT (Figura 25) encontra-se a avaliação da vulnerabilidade do hotel nas cinco categorias consideradas relevantes: gestão, conforto, comportamento passivo, energia e água (Figura 3). O Hotel AdaPT tem a classificação 5. Cada ponto a menos nessa classificação, constitui um desempenho 25% inferior ao do hotel AdaPT. Por exemplo, um hotel com indicador de energia de 3, significa que tem um consumo de energia superior em 50% face ao estimado para o

hotel AdaPT. O hotel AdaPT incorpora as melhores práticas de uso de recursos e de adaptação que foram identificadas no projeto e que podem vir a ser atualizadas em função dos desenvolvimentos tecnológicos e gestionários.

Quando o hotel não obtém a classificação de 5, no separador plano de adaptação (Figura 26) são apresentadas as medidas de melhoria e de adaptação aplicáveis e que estão hierarquizadas com base na relação custo-benefício, integrando-se no sistema de gestão da adaptação (Figura 2) permitindo a aplicação HAT operacionalizar:

- Planeamento;
- Implementação e funcionamento;
- Monitorização e medição;
- Ações corretivas e preventivas;
- Verificação.

A classificação 3.3 do hotel na Figura 25 evidencia que este tem uma classificação média (desempenho inferior em 50% face ao hotel AdaPT) evidenciando potencial de melhoria no comportamento passivo e na gestão, permitindo as tabelas gestão e comportamento passivo identificar as vertentes a melhorar.

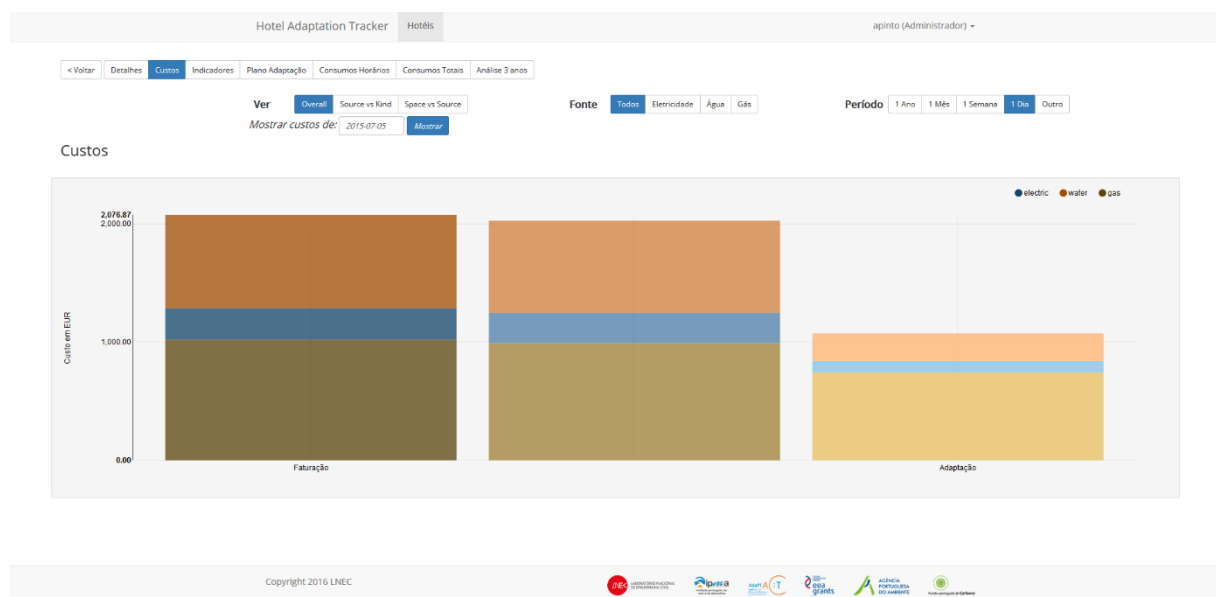


Figura 22 – Custos: Comparação dos custos de exploração diários

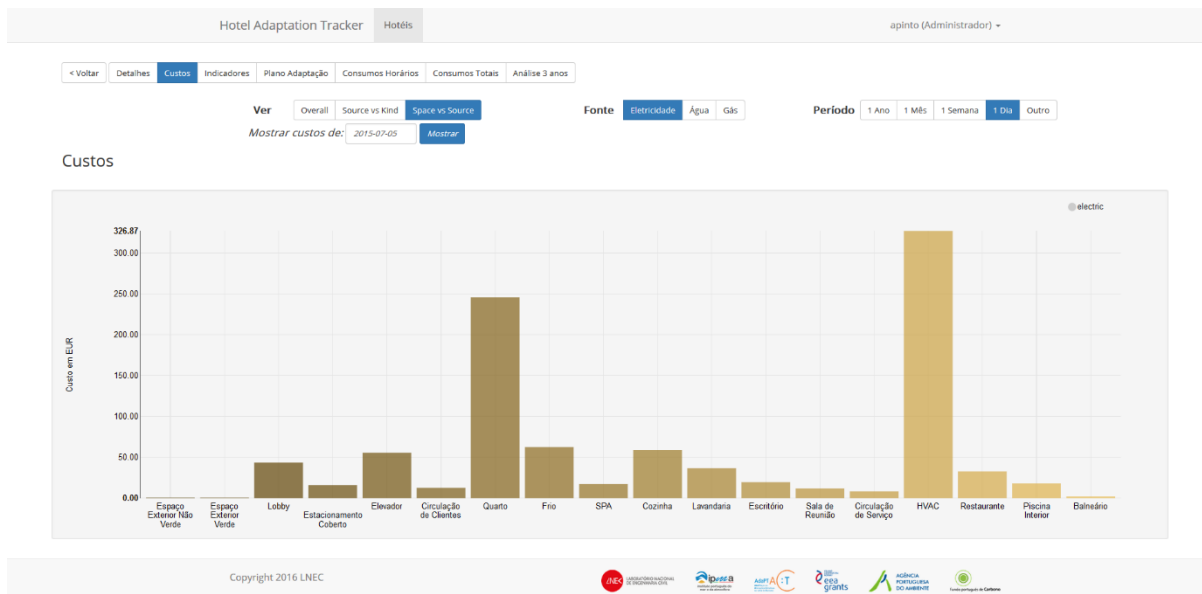


Figura 23 – Custos por zona funcional: Energia

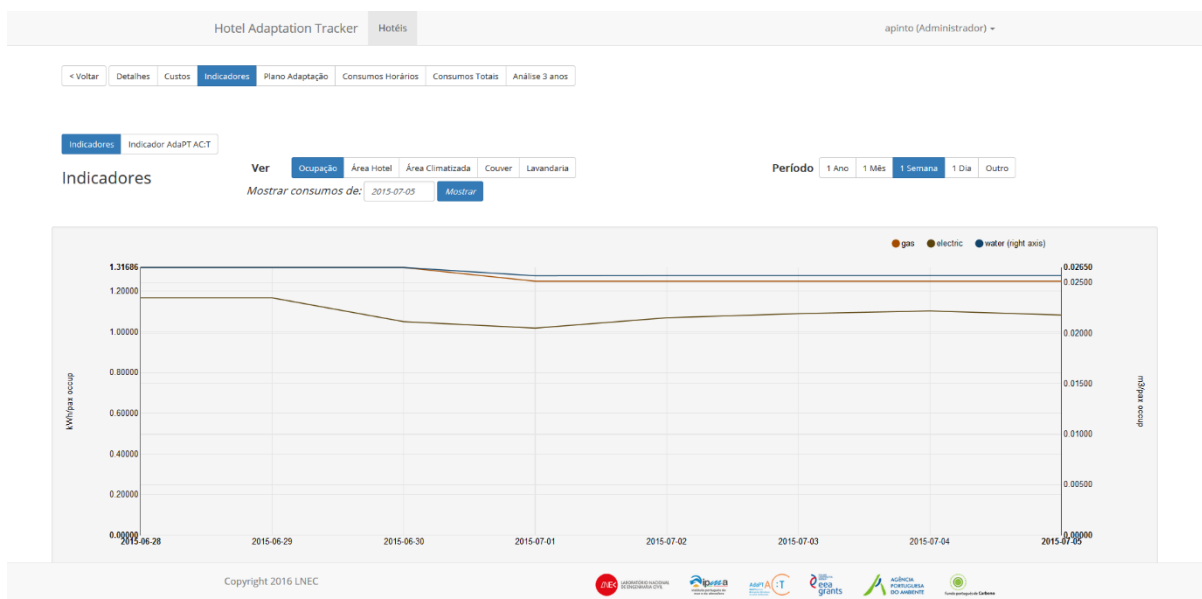


Figura 24 – Indicadores: indicadores de desempenho

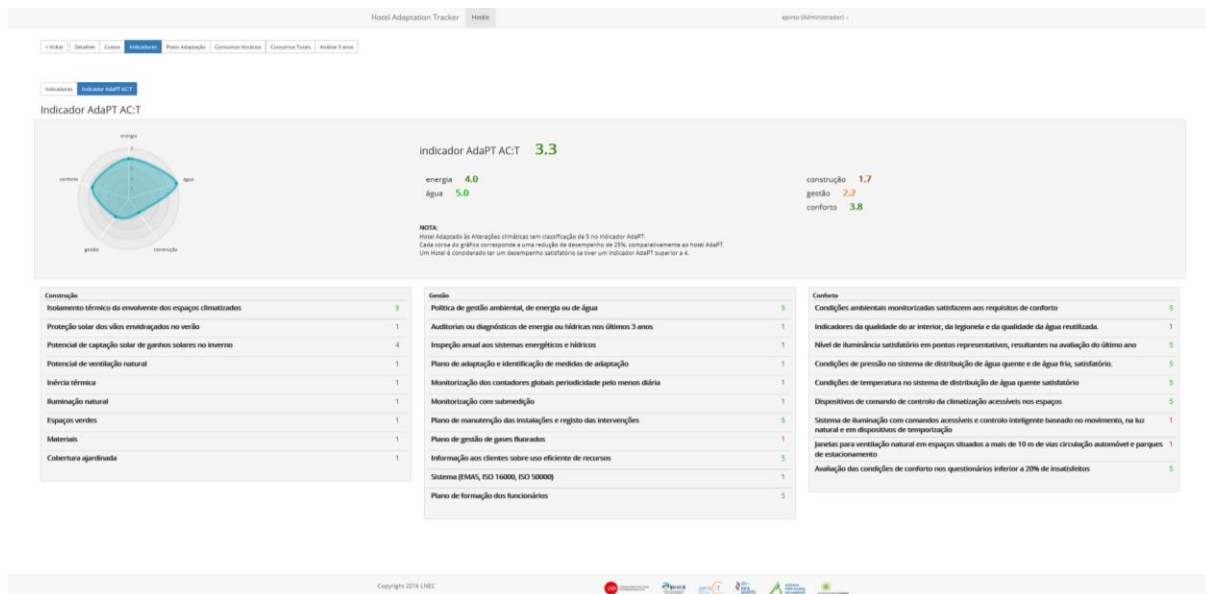


Figura 25 – Indicador AdaPT: Avaliação integrada da vulnerabilidade

Plano de adaptação

	electric(kWh)	gas(kWh)	water(m3)	return period
Minibar Quarto	803.75	0.00	0.00	Curto prazo
Eficiência Arrefecimento	1697.13	0.00	0.00	Curto prazo
Recuperação de calor do chiller	0.00	1996.62	0.00	Curto prazo
Torre de arrefecimento	956.22	0.00	149.33	Curto prazo
Cozinha	221.08	1652.63	19.04	Curto prazo
Lavandaria	-25.71	9690.41	20.50	Curto prazo
Controlar HVAC on-demand	-18.13	0.00	0.00	Curto prazo
Fotovoltaicos	204.23	0.00	0.00	Curto prazo
Refrigeração	284.39	0.00	0.00	Curto prazo
Uso de água eficiente nos quartos	38.71	3224.15	107.01	Curto prazo
Solar Collectors	0.00	880.98	0.00	Curto prazo
Efic. Caldeira Vapor	0.00	1508.62	0.00	Curto prazo
Isolamento das tubagens	153.15	916.63	0.00	Curto prazo
Ventilação	501.15	0.00	0.00	Curto prazo
Efic. Caldeira Água	0.00	1411.05	0.00	Curto prazo
Ventilconvectores	40.10	0.00	0.00	Longo prazo
Free-cooling	-33.55	0.00	0.00	Longo prazo
Iluminação	232.09	0.00	0.00	Longo prazo
AdaPT	0.00	1411.05	0.00	

Nota: Curto prazo - menos de 5 anos; Médio Prazo - entre 5 a 10 anos, Longo Prazo - mais de 10 anos

Intervenções de Adaptação e Melhoria

- A nossa avaliação encontrou ineficiências nos consumos. Deixamos aqui uma lista de sugestões para melhorar:
- **[Minibar Quarto]** Melhorar a eficiência dos minibar dos quartos permite reduzir o consumo de energia em EUR 80.38.
 - **[Eficiência Arrefecimento]** Ao tornar o arrefecimento mais eficiente, consegue reduzir o consumo de energia em EUR 169.71.
 - **[Recuperação de calor do chiller]** Aplicando a recuperação de calor no chiller permite reduzir o consumo de gás em EUR 199.76.
 - **[Torre de arrefecimento]** Melhorar a eficiência da torre de arrefecimento permite reduzir o consumo de energia em EUR 95.62, o consumo de água em EUR 164.26.
 - **[Cozinha]** Melhorar a eficiência da Cozinha permite reduzir o consumo de energia em EUR 22.11, o consumo de gás em EUR 115.68, o consumo de água em EUR 20.95.
 - **[Lavandaria]** Melhorar a eficiência da Lavandaria permite reduzir o consumo de gás em EUR 678.33, o consumo de água em EUR 22.55.
 - **[Fotovoltaicos]** Usar fotovoltaicos permite reduzir o consumo de energia em EUR 20.42.
 - **[Refrigeração]** A melhoria da eficiência dos sistemas frigoríficos permite reduzir o consumo de energia em EUR 28.44.
 - **[Uso de água eficiente nos quartos]** Usar dispositivos de uso de água eficientes nos quartos permite reduzir o consumo de energia em EUR 3.87, o consumo de gás em EUR 225.65, o consumo de água em EUR 117.71.
 - **[Solar Collectors]** Usar acumuladores solares permite reduzir o consumo de gás em EUR 61.67.
 - **[Efic. Caldeira Vapor]** Uma caldeira mais eficiente permite reduzir o consumo de gás em EUR 105.6.
 - **[Isolamento das tubagens]** Se isolar as tubagens, consegue reduzir o consumo de energia em EUR 15.31, o consumo de gás em EUR 64.16.
 - **[Ventilação]** Melhorar a eficiência do rendimento do sistema de ventilação permite reduzir o consumo de energia em EUR 50.11.
 - **[Efic. Caldeira Água]** Uma caldeira mais eficiente permite reduzir o consumo de gás em EUR 98.77.
 - **[Ventilconvectores]** Melhorar a eficiência do rendimento dos ventilconvectores permite reduzir o consumo de energia em EUR 4.01.
 - **[Iluminação]** Melhorar a iluminação permite reduzir o consumo de energia em EUR 23.21.
 - **[AdaPT]** Aplicando estas melhorias AdaPT permite reduzir o consumo de gás em EUR 98.77.

Construção, Gestão, Conforto

- **[Conforto]** Melhorar a avaliação e eventualmente indicadores da qualidade do ar interior, da legibilidade e da qualidade da água reutilizada
- **[Conforto]** Melhorar o nível de iluminação satisfatório em pontos representativos
- **[Conforto]** Melhorar condições de pressão no sistema de distribuição de água quente e de água fria (1.5 a 3 bar).
- **[Conforto]** Melhorar condições de temperatura no sistema de distribuição de água quente.
- **[Conforto]** Melhorar sistema de comando e controlo da iluminação, implementado controlo inteligente baseado no movimento, na luz natural e em dispositivos de temporização
- **[Conforto]** Melhorar janelas para assegurar a ventilação natural intensa em espaços situados a mais de 10 m de vias de circulação automóvel e parques de estacionamento
- **[Construção]** Melhorar proteção solar dos vidros envidraçados
- **[Construção]** Melhorar potencial de aproveitamento da ventilação natural em espaços do edifício pela alteração do movimento das folhas ou aumento da área de abertura.
- **[Construção]** A inércia térmica não é forte, podendo ser aumentada a inércia térmica de espaços aumentando a exposição das lajes de pavimento de pisos intermédios ao ambiente interior.
- **[Construção]** Melhorar iluminação natural
- **[Construção]** Edifícios dispõem de poucos espaços verdes no exterior, podendo ser ponderada a adoção de elementos vegetais na envolvente do edifício como forma de mitigar as condições ambientais exteriores adversas
- **[Construção]** Implementar cobertura/fachadas ajardinada como forma de mitigar as condições ambientais exteriores adversas; reduzir a amplitude das descargas de águas pluviais nos sistemas urbanos e aumentar o isolamento da cobertura.
- **[Construção]** Melhorar adaptabilidade de forma a facilitar futuras reabilitações e adaptações no edifício.
- **[Construção]** Nas obras selecionar materiais de origem local ou reciclados.
- **[Gestão]** Desenvolver auditorias ou diagnósticos de energia ou hídricas com periodicidade de 3 anos
- **[Gestão]** Implementar plano de inspeção anual aos sistemas energéticos e hídricos
- **[Gestão]** Efetuar avaliação anual do plano de adaptação e da identificação de medidas de adaptação
- **[Gestão]** Melhorar sistema de monitorização dos contadores globais com periodicidade pelo menos diária e comparar com indicadores de forma a melhorar o uso de recursos
- **[Gestão]** Melhorar/implementar sistema de submedida com periodicidade pelo menos semanal e comparar com indicadores de forma a melhorar o uso de recursos
- **[Gestão]** Melhorar/implementar plano de gestão de gases fluorados
- **[Gestão]** Efetuar a certificação do sistema de gestão de recursos de acordo com os referenciais EMAS, ISO 16000, ISO 50000.

Figura 26 – Plano de adaptação: Medidas de melhoria e de adaptação

3.3 HAT: Perspetiva detalhada

Na perspetiva detalhada a aplicação HAT pretende conferir à equipa técnica uma análise integrada, sistemática e ser um repositório da informação sobre o funcionamento do edifício, apoiando na gestão e monitorização (aspeto 5 da categoria Gestão) da instalação. Caso existam sistemas de submedição, será possível uma análise ainda mais detalhada (aspeto 6 da categoria Gestão).

A aplicação HAT permite identificar a importância relativa de cada unicidade funcional nas necessidades energéticas e hídricas e da comparação com o Hotel AdaPT identificar pontos de melhoria e de adaptação. Além da informação anteriormente apresentada, na perspetiva da utilização mais detalhada da aplicação HAT é possível:

- Identificar os parâmetros base do modelo no separador “detalhes”:
 - Características gerais de empreendimento;
 - Características gerais do sistema de climatização;
 - Consumos mensais;
 - Características dos elementos da envolvente;
 - Características dos usos (valores nominais) de cada espaço.
- Identificar os consumos horários das diversas unidades funcionais e por uso (Figura 32 a Figura 35)
- Identificar os consumos totais das diversas unidades funcionais (Figura 36 a Figura 42)

Figura 27 – Detalhes: Características gerais de empreendimento

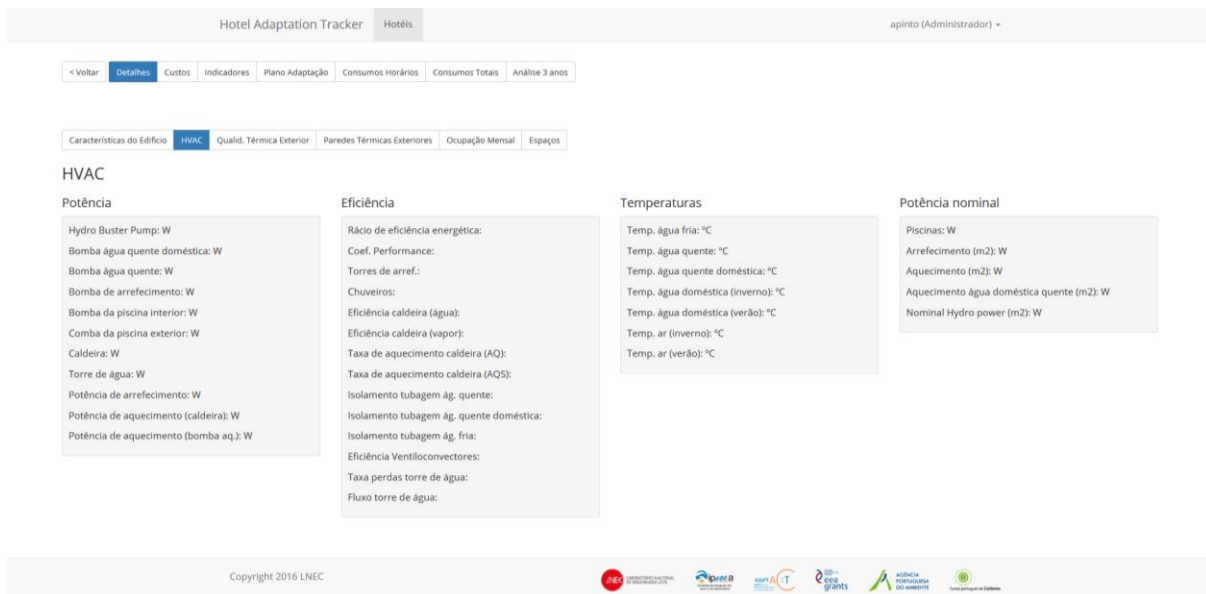


Figura 28 – Detalhes: Características gerais do sistema de climatização

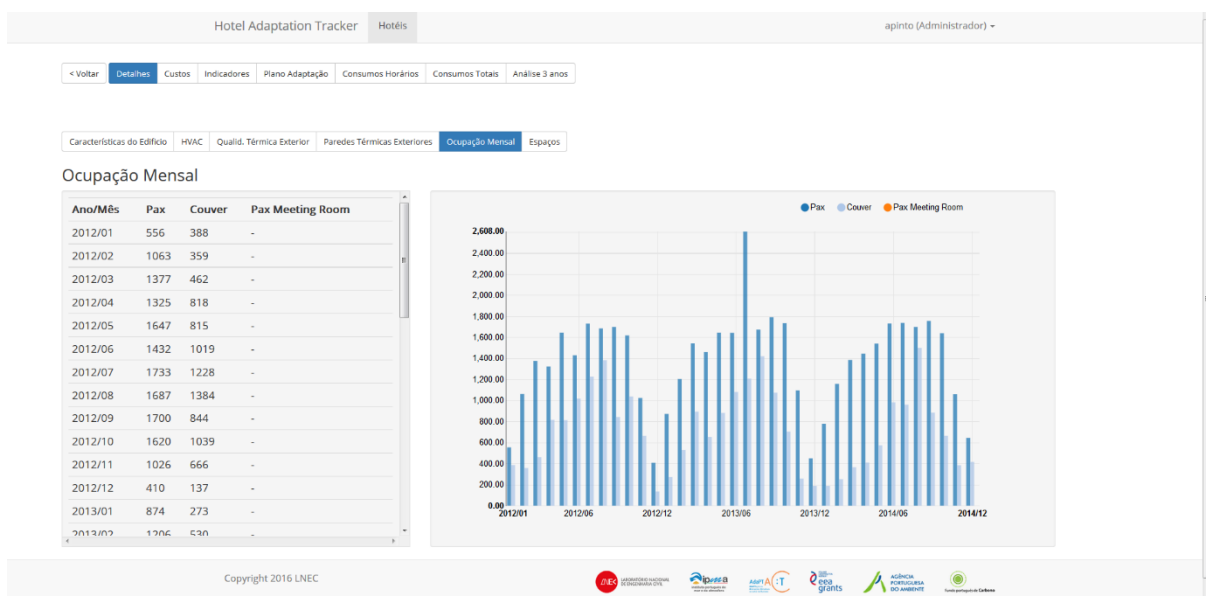


Figura 29 – Detalhes: Consumos mensais

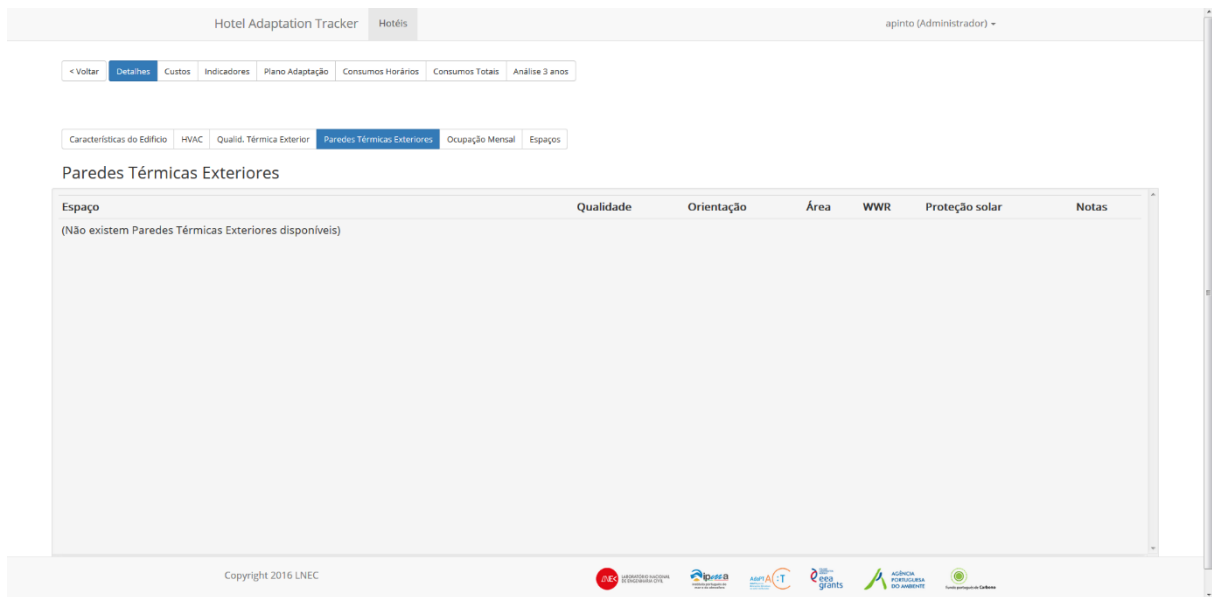


Figura 30 – Detalhes: características dos elementos da envolvente

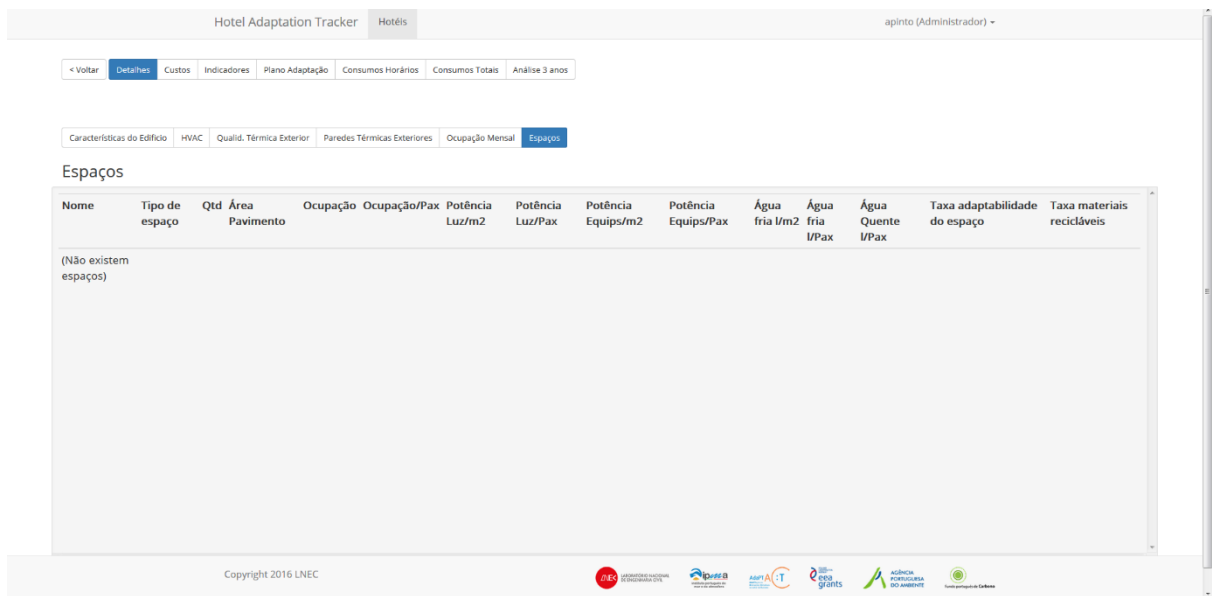


Figura 31 – Detalhes: características dos usos (valores nominais) de cada espaço

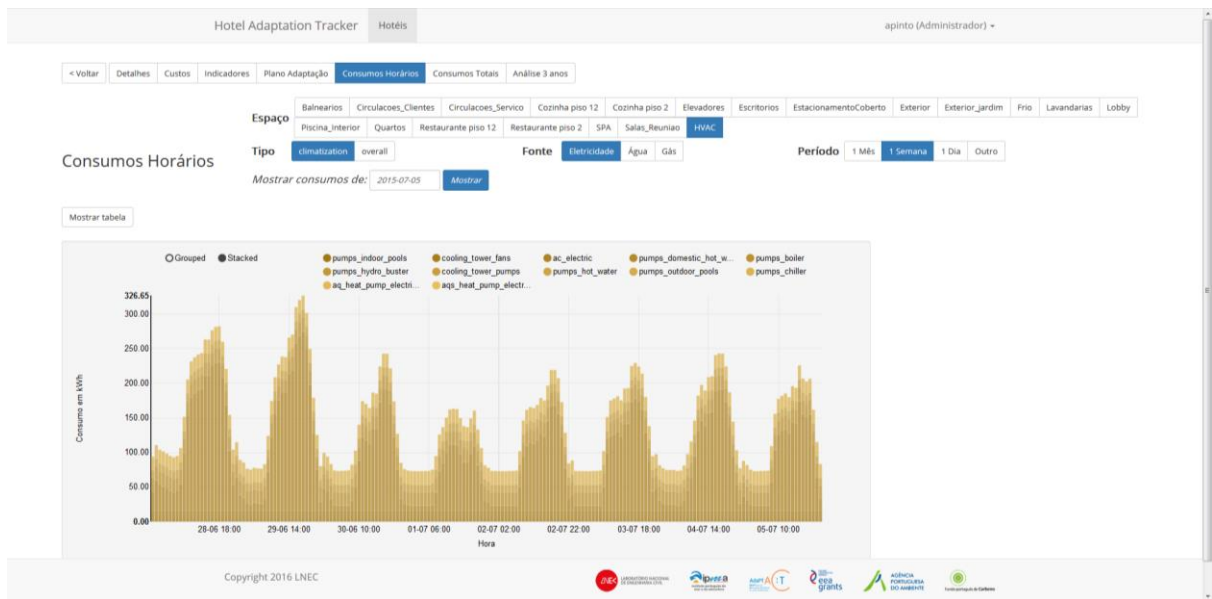


Figura 32 – Consumos horários: energia elétrica climatização

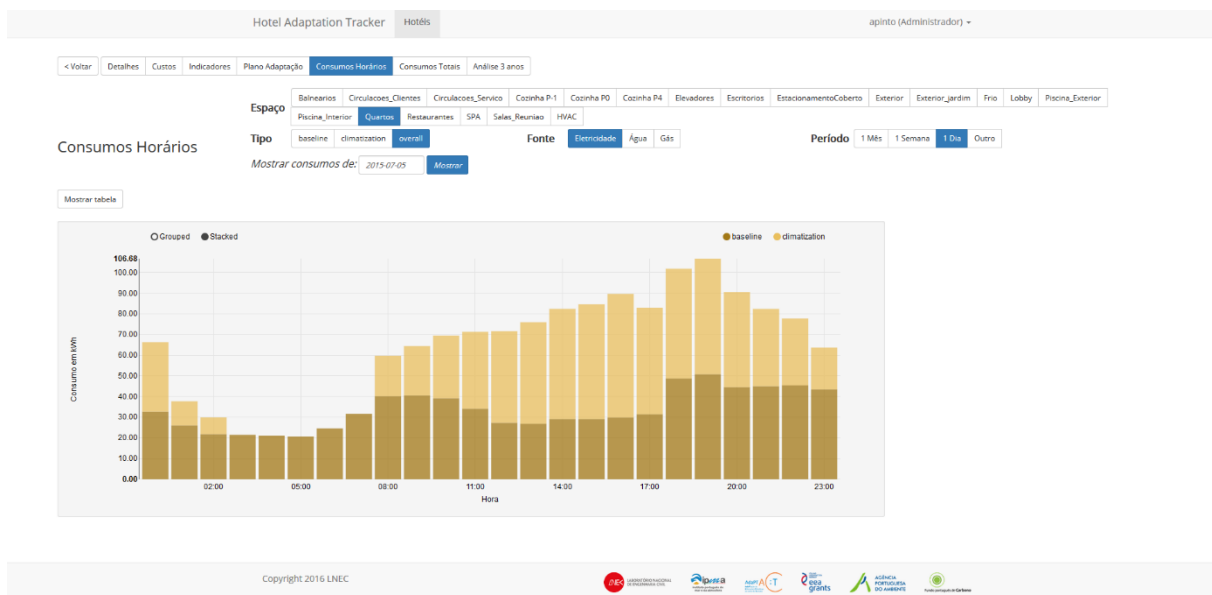


Figura 33 – Consumos horários: energia elétrica nos quartos

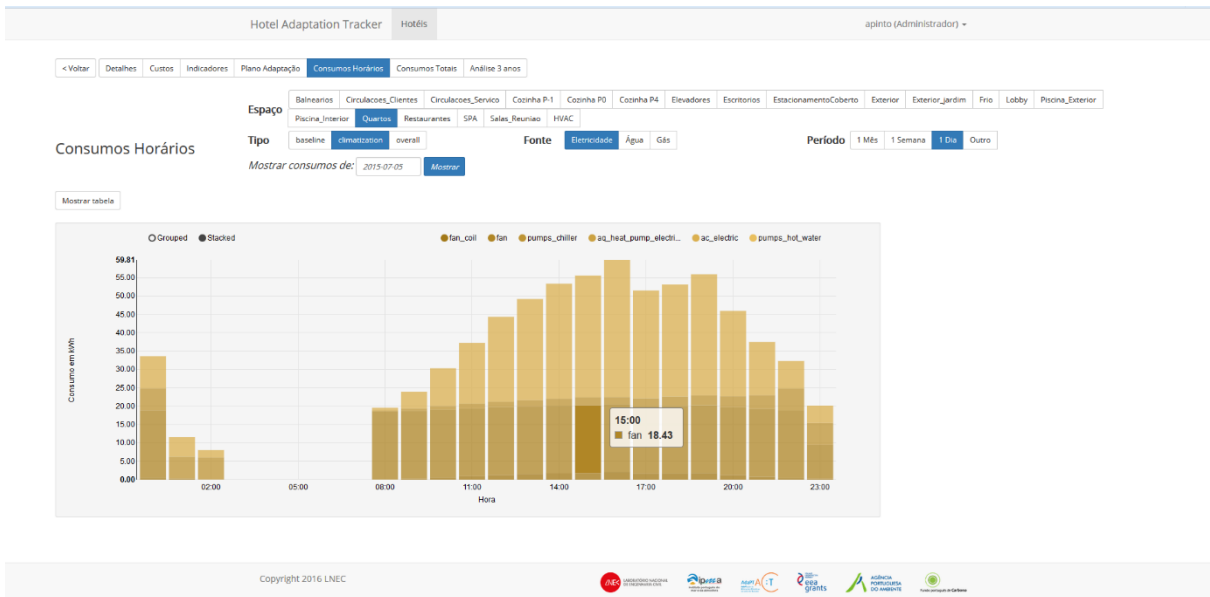


Figura 34 – Consumos horários: energia elétrica nos quartos componente climatização

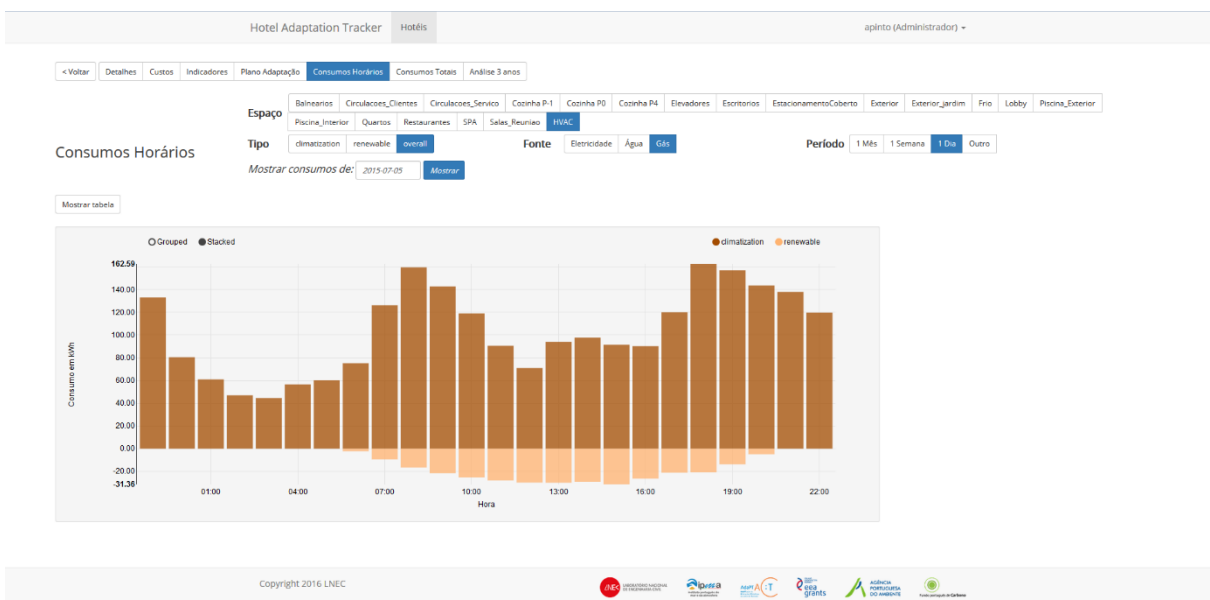


Figura 35 – Consumos horários: gás e contribuição das energias renováveis

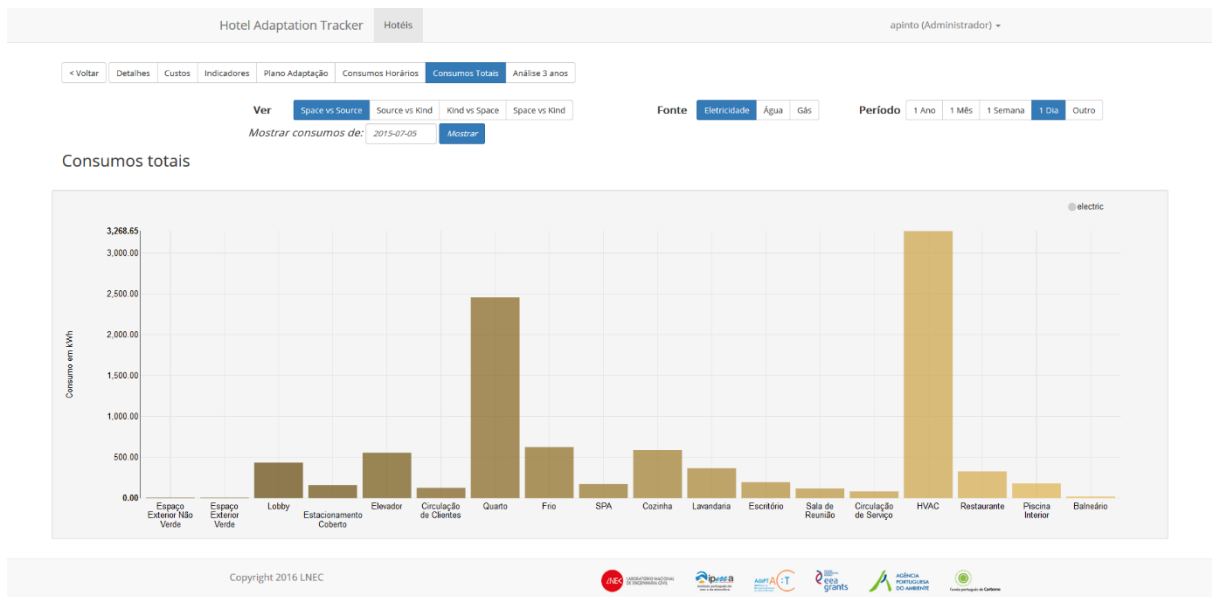


Figura 36 – Desagregação dos consumos de energia elétrica por unidade funcional

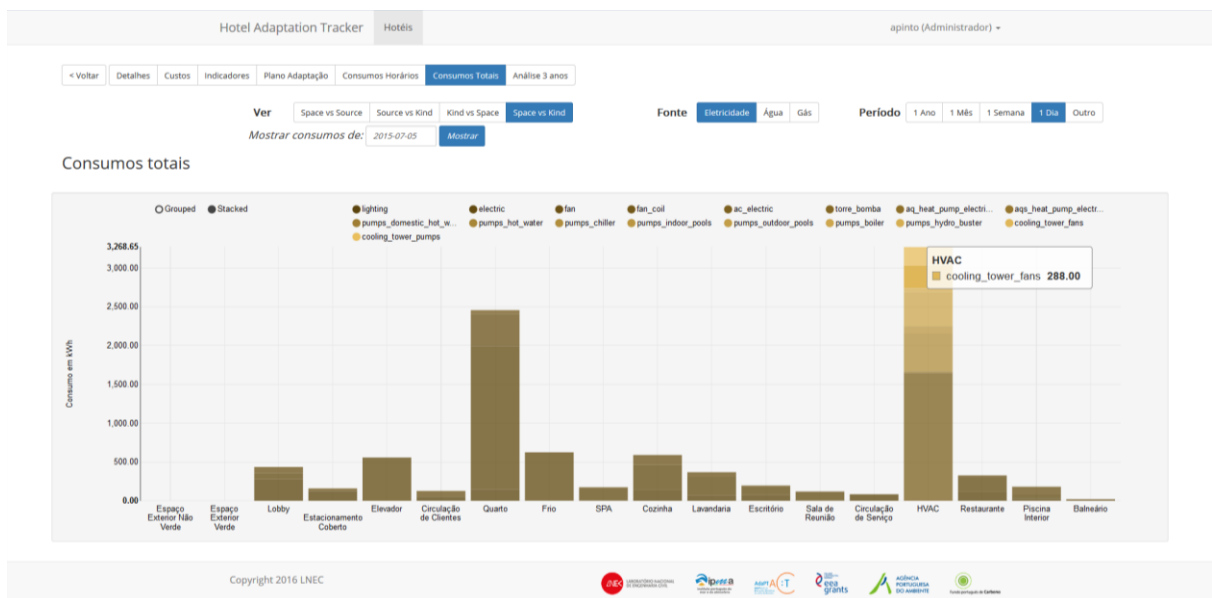


Figura 37 – Desagregação dos consumos de energia elétrica por unidade funcional, com identificação dos usos

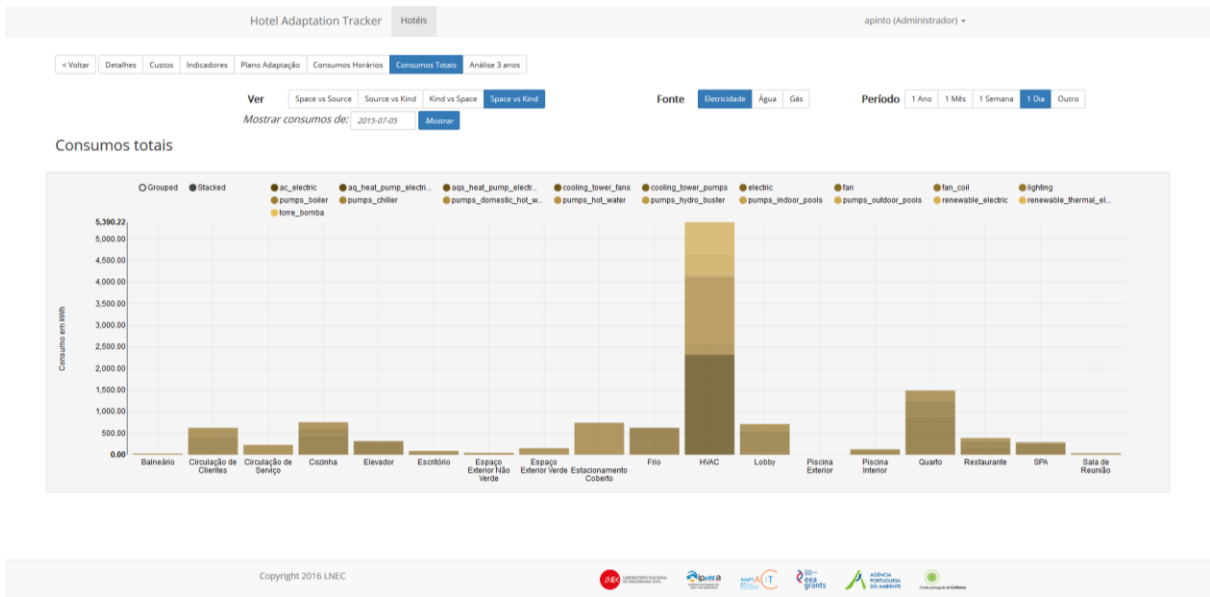


Figura 38 – Desagregação dos consumos de energia elétrica por uso, com identificação de unidade funcional

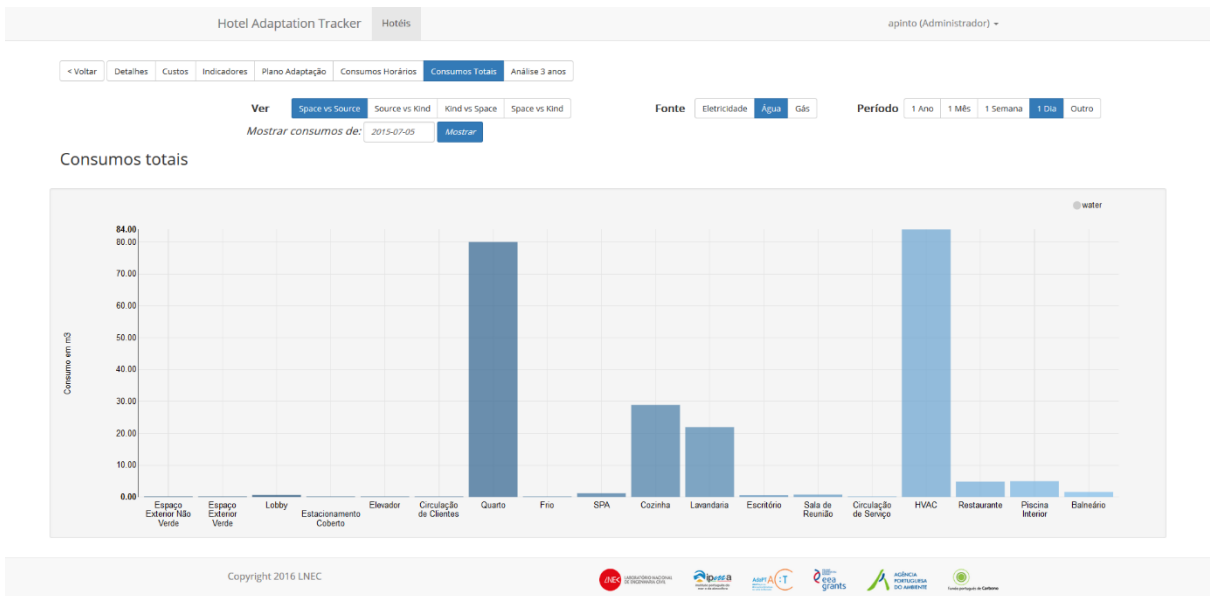


Figura 39 – Desagregação dos consumos de água por unidade funcional

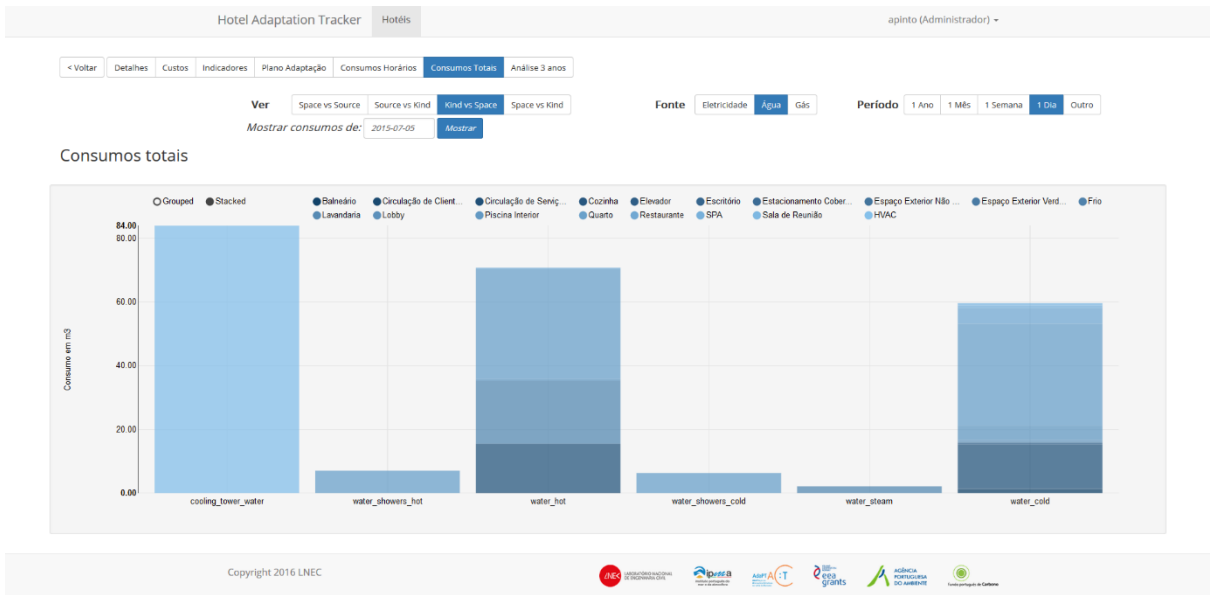


Figura 40 – Desagregação dos consumos de água por uso, com identificação de unidade funcional

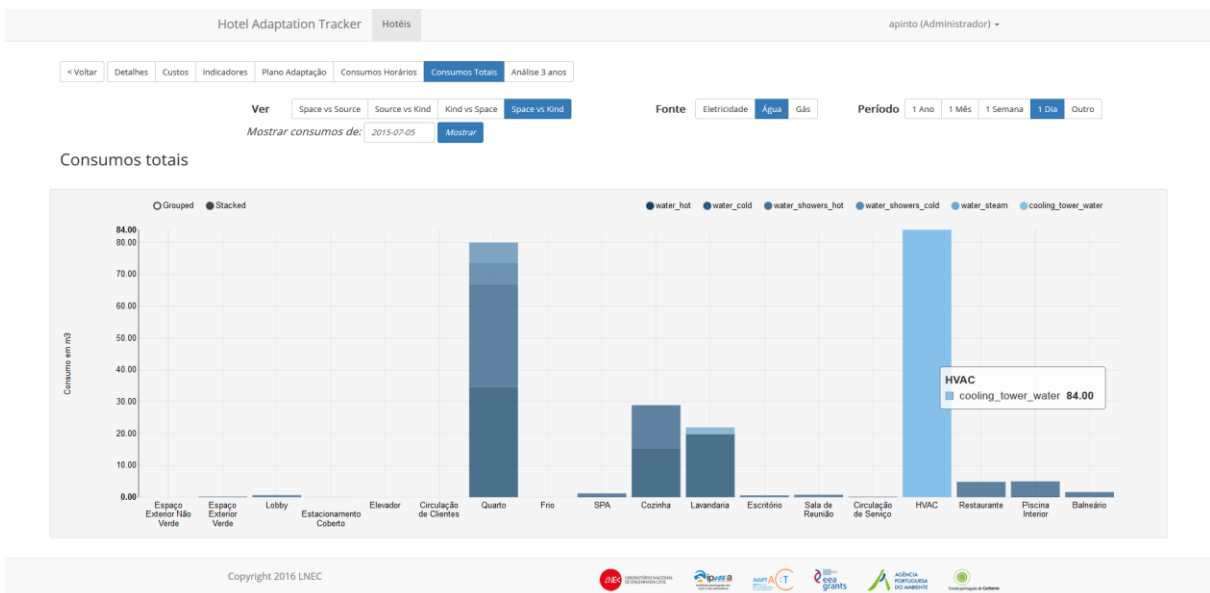


Figura 41 – Desagregação dos consumos de água por unidade funcional, com identificação dos usos

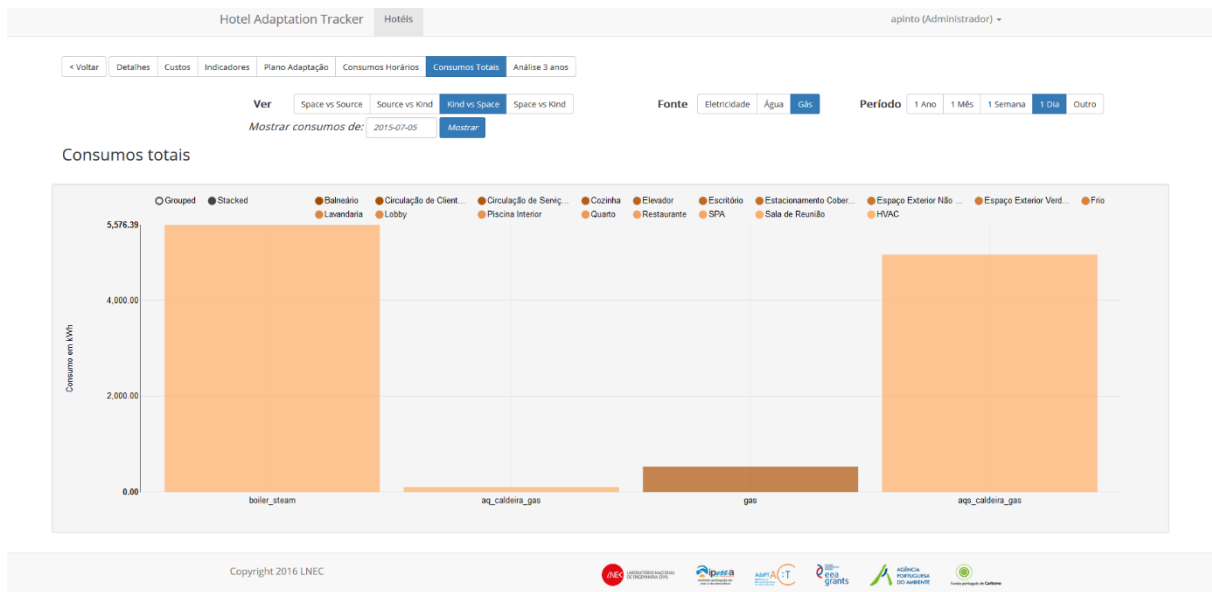


Figura 42 – Desagregação dos consumos de gás por uso, com identificação da unidade funcional

4 Apreciação da vulnerabilidade: caso de estudo projeto AdaPT AC:T

O método de avaliação AdaPT AC:T foi aplicado aos nove casos de estudo. Os resultados obtidos para o indicador AdaPT e para cada uma das cinco subcategorias são apresentados na Figura 43. Os hotéis estudados apresentam em média um valor de 2.8 para o indicador AdaPT, ficando abaixo do limiar considerado de 4, evidenciando potencial de melhorar a sua adaptação e eficiência. Contudo, o valor de 4 é obtido em diversos hotéis, nomeadamente nas categorias gestão, conforto e água. Na categoria energia, função das tecnologias atualmente disponíveis é constatado que existe uma margem de melhoria significativa, como se infere da caracterização geral dos hotéis do projeto (Pinto, Silva Santos, Machado, & Espírito Santo, 2016) na qual já havia sido identificada a baixa penetração da recuperação de calor, da incorporação de energia renováveis e de equipamentos mais eficientes. Quanto ao comportamento térmico passivo é de salientar a maior adaptação dos hotéis do Algarve (valor médio de 3) face aos hotéis de Lisboa (2), nomeadamente devido aos espaços verdes exteriores e melhor proteção solar dos vãos com varandas, que praticamente são inexistentes nos hotéis de Lisboa.

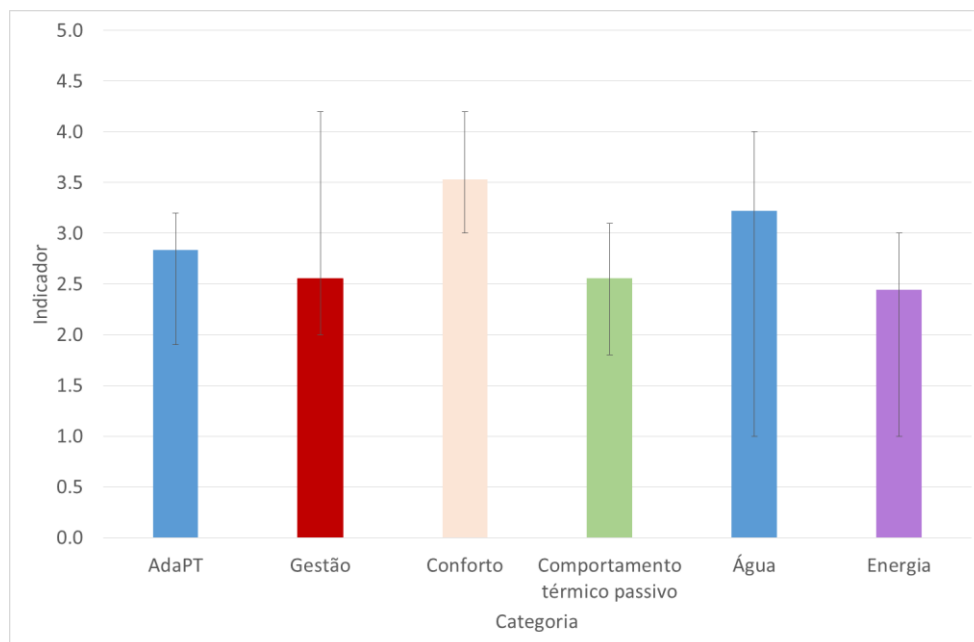


Figura 43 – Avaliação da vulnerabilidade dos nove caso de estudo

Bibliografia

- ANQIP. (2015). Especificações Técnicas. Retrieved August 3, 2015, from <http://www.anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas>
- Benito, P., Mudgal, S., Dias, D., Jean-Baptiste, V., Kong, M., Inman, D., & Muro, M. (2009). *Water efficiency standards. Report for European Commission (DG Environment)*. Paris.
- Chen, D., Wang, X., Thatcher, M., Barnett, G., Kachenko, A., & Prince, R. (2014). Urban vegetation for reducing heat related mortality. *Environmental Pollution*, 192, 275–284. <http://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.002>
- Despacho (extrato) n.º 15793-E. (2013). Regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes.
- Despacho (extrato) n.º 15793-K. (2013). *Parâmetros térmicos*.
- Dimoudi, A., & Nikolopoulou, M. (2003). Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings*, 35(1), 69–76. [http://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00081-6](http://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00081-6)
- Diretiva CNQ N.23. (1993). A Qualidade nas Piscinas de Uso Público.
- Ecodesign. Establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast) (2009).
- Ecolabel. Sistema de rótulo ecológico da UE (2009). cvbn.
- EMAS. Documento de referência sobre melhores práticas de gestão ambiental, indicadores de desempenho ambiental setorial e indicadores de excelência para o setor do turismo, nos termos do Regulamento (CE) n.º 1221/2009, relativo à participação voluntária de orga (2016). Jornal Oficial da União Europeia.
- EN 12464-1. (2011). *Light and lighting. Lighting of work places. Indoor work places*. Bruxelas: CEN.
- EN 15193. (2010). Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting. CEN.
- EN 15242. (2007). *Ventilation for buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration*. Bruxelas: CEN.
- EN 15251. (2007). Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Bruxelas: CEN.
- EN 16247-2. (2014). Energy audits Part 2 : Buildings. CEN.
- Farinhó, J. C. M. C. ; I. M. ; M. (2009). *Estudo de diversas espécies da flora autóctone mediterrânea com interesse ornamental* (DRAP Algar). Faro.
- Gössling, S. (2015). New performance indicators for water management in tourism. *Tourism Management*, 46, 233–244. <http://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.06.018>
- ISO 14001. (2015). Environmental management systems - Requirements with guidance for use.
- ISO 50001. (2011). Energy management systems - Requirements with guidance for use.
- ISO 7730. (2005). Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneve: ISO.
- Klemm, W., Heusinkveld, B. G., Lenzholzer, S., Jacobs, M. H., & Van Hove, B. (2015). Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in The Netherlands. *Building and Environment*, 83, 120–128. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.013>
- Lincoln Zotarelli, Michael D. Dukes, Consuelo C. Romero, Kati W. Migliaccio, and K. T. M. (2015). *Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method)*. Florida: University of Florida.
- Perini, K., & Magliocco, A. (2014). Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban Forestry and Urban Greening*, 13(3), 495–506. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.03.003>

- Pinto, Armando; Bernardino, M.; Silva Santos, A.; Espírito Santo, F. (2016). Climate change impact assessment in hotels Methodology and adaptation strategies for high quality hotels. In *Sustainable Tourism*. wessex.
- Pinto, A. (2008). *Aplicação da Avaliação de ciclo de vida à análise energética e ambiental de edifícios*. Instituto Superior Técnico.
- Pinto, A. (2015). Pesquisa Bibliografica. Lisboa: LNEC. Projeto AdaPT.
- Pinto, A. (2016a). *AdaPT AC:T-Comportamento térmico passivo, Indicadores de desempenho energético e de vulnerabilidade às Alterações Climáticas*. Lisboa.
- Pinto, A. (2016b). *AdaPT AC:T-Sistemas, Indicadores de desempenho energético e de vulnerabilidade às Alterações Climáticas*. Lisboa.
- Pinto, A. (2016c). *AdaPT Indicadores passivo*. Lisboa.
- Pinto, A., Bernardino, M., Santos, A. S., & Espírito Santo, F. (2015). Assessing climate change impact in hospitality sector. Simplified approach using building resources consumption signature. In *8th AECEF Symposium, New Actions and Roles of Civil Engineers: Sustainability and Energy*. Porto.
- Pinto, A., Machado, P., Matias, L., Saraiva, R., & Silva Santos, A. (2016). Thermal comfort in hotels: relation between customers' opinions and empirical data gathered in 2015 summer. In *Interdisciplinarity in Social and Human Sciences, International Congress*. Faro.
- Pinto, A., Silva Santos, A., Machado, P., & Espírito Santo, F. (2016). *AdaPT Caracterização dos hotéis do projecto AdaPT AC:T*. Lisboa.
- RECS-E. (2013). Regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços (RECS) - Requisitos de conceção para edifícios novos e intervenções. Lisboa: INCM. Portaria n.º 349D-2013, alterada pela Portaria n.º 17-A/2016.
- RECS-QAI. (2013). Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) - Requisitos de Ventilação e Qualidade do Ar Interior. Lisboa: INCM. Portaria n.º 353-A/2013.
- RGSPDADAR. (1995). Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Lisboa: INCA. Decreto Regulamentar n.23/95.
- Robitu, M., Musy, M., Inard, C., & Groleau, D. (2006). Modeling the influence of vegetation and water pond on urban microclimate. *Solar Energy*, 80(4), 435–447. <http://doi.org/10.1016/j.solener.2005.06.015>
- RSECE. Regulamento dos sistemas energéticos de edifícios (2013).
- TM13. (2013). *Minimising the risk of Legionnaires' disease*. (Alasdair Deas, Ed.). Londres: CIBSE.
- VDI 2052. (2006). Ventilation equipment for kitchens.

Anexo I - Auditoria

A auditoria a desenvolver no âmbito da avaliação da vulnerabilidade dos hotéis face às alterações climáticas deve ser orientada de acordo com o preconizado na norma (EN 16247-2, 2014):

- Assentar em dados operacionais atualizados, mensuráveis e rastreáveis sobre o consumo de energia e de água e os perfis de carga;
- Conter uma análise pormenorizada do perfil de consumo dos edifícios;
- Assentar, sempre que possível, numa análise dos custos ao longo do ciclo de vida, em vez de períodos de retorno simples, a fim de ter em conta as economias a longo prazo, os valores residuais dos investimentos de longo prazo e as taxas de atualização;
- Ser proporcionadas e suficientemente representativas para obter uma análise fidedigna do desempenho energético global e uma identificação fiável das oportunidades de melhoria mais significativas.
- As auditorias energéticas devem possibilitar cálculos detalhados e validados das medidas propostas, a fim de fornecerem informações claras sobre as economias potenciais.
- Os dados utilizados nas auditorias energéticas devem poder ser armazenados para análise histórica e acompanhamento do desempenho

Objetivos

O objetivo das auditorias integradas visa caracterizar uso de energia (Figura I.1) e de água nos hotéis, para suprimir as necessidades de conforto do hotel e permitir estabelecer para auxiliar à definição de benchmarks, identificar medidas de melhoria e possibilitar o estudo do efeito das alterações climáticas.



Figura I.1 – Usos de energia

Partes envolvidas na auditoria

No âmbito das auditorias AdaPT além da equipa de auditoria multidisciplinar são contactados Figura I.2:

- Direção do hotel;
- Gestão das instalações técnicas;
- Equipa de manutenção;
- Equipa de exploração do hotel: *housekeeping*; receção, cozinha e restauração;
- Ocupantes.

Nos contactos com os elementos afetes à gestão, manutenção e exploração dos hotéis são recolhidas informações sobre usos de espaços do hotel.



Figura I.2 – Partes envolvidas na auditoria

Recolha inicial de dados

Para o desenvolvimento da auditoria e planificação da campanha de medições, quando necessário, são solicitados e analisados os seguintes elementos:

- Projetos arquitetura, AVAC, Gás, electricidades, abastecimento e drenagem de água
- Relatório de auditorias, inspeções, certificação energética
- Plano de manutenção RECS, registos de manutenção
- Dados históricos
 - o Consumo de energia e custos (tarifas da energia)
 - o Fator de ajustamento (ocupação, set-points, horários,...)
 - o Informação sobre eventos que possam ter afetado o consumo

- o Informação do sistema de monitorização de consumos
- Lista dos sistemas, equipamentos e processos que usam energia
- Período de análise da viabilidade económica
- Informação do estado do sistema de gestão técnica
- Identificação preliminar de oportunidades de melhoria da eficiência energética

Avaliação experimental

Tendo em conta a informação facultada pode ser necessário proceder a medições destinadas a recolher informação sobre consumos, condições de conforto ou eficiência de equipamentos, sendo para o efeito planeada em conjunto com o hotel um plano de medições.

Análise dos resultados

A análise de resultados compreende um exercício de avaliação da informação e classificação de acordo com as categorias de análise indicadas no capítulo 2, de forma a estabelecer um *baseline* do comportamento e adaptação do hotel. Para esse efeito, é efetuado com o auxílio da aplicação HAT:

- Organização dos dados e disgregação dos usos e consumos por unidade funcional do hotel;
- Identificação de indicadores do desempenho energético do edifício/processo/equipamento;
- Balanço energético do edifício e desagregação dos consumos de energia por uso e por fonte de energia;
- Avaliação do potencial de melhoria e das poupanças na fatura, investimento, período de retorno;
- Hierarquia das medidas de melhoria e adaptação.

Questionário preliminar



AdaPT AC:T – Método para integração da adaptação às Alterações Climáticas no Sector do Turismo

Questionário para recolha de informação genérica

O questionário destina-se a efetuar uma caracterização genérica dos hotéis dos parceiros do projeto AdaPT AC:T no sentido de se identificarem soluções técnicas, boas práticas, alguns indicadores e eventuais vulnerabilidades com base na experiência recente em períodos de calor/frio. Este questionário faz parte da primeira fase do projeto (tarefa C4B) e a informação será utilizada na caracterização inicial dos hotéis e na validação e verificação do método.

Nesse sentido, pedimos a V. colaboração no preenchimento do questionário em anexo, devendo ser preenchido um questionário por hotel. Caso não seja possível o preenchimento do questionário para todas as infraestruturas do v. grupo, propomos que seja dada preferência aos hotéis situados em Lisboa (Turismo de cidade) e situados no Algarve (Turismo de praia).

Solicitamos que o inquérito seja preenchido, digitalizado e remetido ao LNEC até ao final de maio para o endereço apinto@lneec.pt. Caso não tenha informação para responder a alguma das questões poderá sinalizar essa resposta com “falta de informação”. Caso alguma resposta não seja adequada poderá sinalizar essa resposta e juntar nota explicativa.

Como estabelecido no acordo de parceria, toda a informação terá um tratamento confidencial e estamos disponíveis para quaisquer esclarecimentos.

1 - INFORMAÇÃO GERAL SOBRE O HOTEL

Designação: _____

Localização: _____

Classificação do hotel (****, *****, ***, outro): _____

Pessoa de contacto para esclarecer dúvidas sobre respostas ao questionário:

Nome: _____

Tel: _____ email: _____

Área de construção (m²): _____ Ano de construção: _____

Ano de reabilitação da construção: _____ Ano de reabilitação do AVAC: _____

Número de quartos: _____ Capacidade de alojamento (camas): _____

Identificar serviços disponíveis no hotel:

Serviço	Disponível Sim/Não	Disponível	
		Área (m ²)	Outros
Lavandaria			Kg/ano:
Cozinha			N. Refeições (almoço-jantar)/ano:
Salas de conferência			-
Piscina interior			A _{pilano} água (m ²):
Piscina exterior			A _{pilano} água (m ²):
SPA			
Espaços exteriores verdes			Tipo de rega
Espaços interiores verdes			Tipo de rega
Estacionamento coberto			
Iluminação exterior			

2 - INFORMAÇÃO SOBRE USO DE ENERGIA

Qualidade térmica da envolvente:

- As paredes têm isolamento térmico: Sim/ Não / Não sei
- A cobertura tem isolamento térmico: Sim/ Não / Não sei
- As janelas têm vidro duplo: Sim/ Não / Não sei
- As janelas têm proteção solar exterior (varandas): Sim/ Não / Não sei

Iluminação e equipamentos consumidores de energia

- Equipamentos (TV, frigoríficos, outros) de classe energética A Sim/ Não / Não sei
- Iluminação eficiente (LED/ fluorescente T5) Sim/ Não / Não sei
- Interruptores automáticos nos quartos acionados com cartão Sim/ Não / Não sei
- Sensores automáticos na iluminação das áreas comuns Sim/ Não / Não sei

Sistema de climatização e AQS:

- Caldeiras (combustível _____), Ano _____, Potência (kW) _____
 Caldeira efetua AQS e Climatização Sim/ Não / Não sei
- Aproveitamento de energia solar para aquecimento de águas (painéis solares) Sim/ Não / Não sei
 Ano: _____ A(m²) _____

Ar condicionado:

Sistema	Potência total de Aquecimento (kW)	Potência total de Arrefecimento (kW)	Ano	Zonas (Quartos, salas Conf, lobby, serviços)
Chiller				
VRF				
Splits				

- Torres de arrefecimento: Sim/ Não/ Não sei, Ano: _____
- Cogeração: Potência elétrica kW _____ Potência de aquecimento kW _____
- Sistemas de climatização com intensidade regulável pelo cliente: Sim/ Não / Não sei
- Sistema automático para desligar o ar condicionado quando as janelas estão abertas: Sim/ Não / Não sei
- Tubagem de água tem isolamento térmico: Sim/ Não / Não sei
- Condutas têm isolamento térmico: Sim/ Não / Não sei
- Sistemas eficientes ou especiais de redução/recuperação de energia de AVAC, exemplos:
- Recuperação de calor (chiller/VRF) Sim/ Não / Não sei
 - Recuperação de calor (ar rejeição de ventilação) Sim/ Não / Não sei
 - Free-cooling/abertura de janelas Sim/ Não / Não sei
 - Ventiladores de caudal variável Sim/ Não / Não sei
 - Bombas de caudal variável Sim/ Não / Não sei
 - Outros _____

Fotovoltaico e sistema de gestão de energia:

Painéis fotovoltaicos Sim/ Não / Não sei

Ano: _____ A(m²) _____; kWp _____ kVA autoconsumo _____

No último **período quente/ondas de calor** (junho/julho de 2013) registaram-se alterações relevantes nas condições de exploração e de conforto, por exemplo manifestadas pelos clientes:

Condições de conforto no interior Sim/ Não / Não sei

Condições de conforto no exterior Sim/ Não / Não sei

Restrições no fornecimento de energia Sim/ Não / Não sei

Alterações no consumo de energia para compensar esse facto Sim/ Não / Não sei

Alterações no consumo de água para compensar esse facto Sim/ Não / Não sei

Alterações no funcionamento dos sistemas frigoríficos da cozinha/restauração Sim/ Não / Não sei

No último **período muito frio** (inverno de 2015 - meses de dezembro, janeiro e fevereiro) registaram-se alterações relevantes nas condições de exploração e de conforto, por exemplo manifestadas pelos clientes:

Condições de conforto no interior Sim/ Não / Não sei

Condições de conforto no exterior Sim/ Não / Não sei

Restrições no fornecimento de energia Sim/ Não / Não sei

Alterações no consumo de energia para compensar esse facto Sim/ Não / Não sei

Alterações no funcionamento dos sistemas frigoríficos da cozinha/restauração Sim/ Não / Não sei

Gestão de energia

Existe um plano para o uso eficiente de energia Sim/ Não / Não sei

Existe sistema de monitorização automático Sim/ Não / Não sei

Intervalo de tempo em que são analisados os consumos:

diário, semanal, mensal, anual / Não / Não sei

Existe sistema de gestão técnica Sim/ Não / Não sei

Existem centros de custos/contadores de energia para zona de quartos, lavandaria, cozinha, zonas comuns, espaços verdes, piscinas/SPA. Sim/ Não / Não sei

Existe desagregação dos consumos, por ex. contadores de iluminação, climatização. Sim/ Não / Não sei

Realização periódica de auditoria energética feita por técnico credenciado Sim/ Não / Não sei

O Staff do hotel nos últimos 3 anos teve formação sobre o uso eficiente de energia Sim/ Não / Não sei

Dispõe de informação destinada aos hóspedes sobre o uso eficiente de energia Sim/ Não / Não sei

Hóspedes são convidados a comunicar quaisquer desperdícios de energia Sim/ Não / Não sei

Valores recomendados para temperatura interior no inverno, meia estação e no verão _____ °C/ _____ °C/ _____ °C

Consumos e ocupação

Consumo de energia elétrica:	2012_____ kWh	2013_____ kWh	2014_____ kWh
Consumo de gás:	2012_____ kWh	2013_____ kWh	2014_____ kWh
Consumo de outros (_____):	2012_____ kWh	2013_____ kWh	2014_____ kWh
Produção de energia elétrica:	2012_____ kWh	2013_____ kWh	2014_____ kWh
Produção de energia térmica (coletores solares):	2012_____ kWh	2013_____ kWh	2014_____ kWh
Consumo de água quente:	2012_____ kWh	2013_____ kWh	2014_____ kWh
Consumo de água quente:	2012_____ m ³	2013_____ m ³	2014_____ m ³
Consumo de água:	2012_____ m ³	2013_____ m ³	2014_____ m ³
Dormidas:	2012_____	2013_____	2014_____
Refeições (couvert):	2012_____	2013_____	2014_____
Ocupação salas de reunião:	2012_____	2013_____	2014_____
Pessoal de serviço (número mensal, referente à média dos 12 meses):	2012_____	2013_____	2014_____

Se for possível enviar (excel/word) com dados mensais de 2012, 2013 e 2014.

3 - INFORMAÇÃO SOBRE USO DE ÁGUA

- Abastecimento exclusivamente da rede pública Sim/ Não/ Não sei
- Fontes alternativas de água
- Captação própria (subsolo/superficial/dessalinização) Sim/ Não/ Não sei
 - Aproveitamento da água da chuva Sim/ Não/ Não sei
 - Água residual tratada Sim/ Não/ Não sei
- Autoclismos de baixo consumo de água (cargas diferenciadas) Sim/ Não/ Não sei
- Redutores de caudal em torneiras e chuveiros Sim/ Não/ Não sei
- Temporizadores nas torneiras Sim/ Não/ Não sei
- Dispositivos com sensores fotoelétricos que ativam a passagem de água na presença de pessoas Sim/ Não/ Não sei
- Misturadoras termostáticas Sim/ Não/ Não sei
- Preferência a espécies autóctones nos espaços verdes Sim/ Não/ Não sei
- Utilização de produtos biológicos nos espaços verdes Sim/ Não/ Não sei
- Rega ocorre entre o anoitecer e o amanhecer Sim/ Não/ Não sei
- Condiciona o caudal de rega em função das condições climáticas Sim/ Não/ Não sei
- Captação própria para regas ou lavagens Sim/ Não/ Não sei
- Aproveitamento da água da chuva em regas ou lavagens Sim/ Não/ Não sei
- Água de qualidade inferior utilizada em regas ou lavagens Sim/ Não/ Não sei
- Existe um plano para o uso eficiente de água Sim/ Não/ Não sei
- Existem centros de custos/contadores da água para zona de quartos, lavandaria, cozinha, zonas comuns, espaços verdes, piscinas/SPA. Sim/ Não/ Não sei
- Monitorização dos consumos: diário, semanal, mensal, anual / Não
- Realização periódica de auditoria hídrica feita por técnico credenciado Sim/ Não/ Não sei
- O Staff do hotel nos últimos 3 anos teve formação sobre o uso eficiente de água Sim/ Não/ Não sei
- Dispõe de informação destinada aos hóspedes sobre o uso eficiente de água Sim/ Não/ Não sei
- Hóspedes são convidados a comunicar quaisquer perdas de água Sim/ Não/ Não sei

4 - INFORMAÇÃO SOBRE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Numa escala de 1 a 10 pontos, quantos pontos atribuiria à importância das alterações, nos próximos anos, das condições climáticas para:

- O desenvolvimento do setor do turismo em Portugal _____ pontos
- O desenvolvimento do setor do turismo na Região de Lisboa _____ pontos
- O desenvolvimento do setor do turismo na Região do Algarve _____ pontos
- O desenvolvimento do setor do turismo na Europa _____ pontos
- O desenvolvimento do setor do turismo no Mundo _____ pontos

(1 ponto significaria nula ou muito baixa importância; 10 pontos significariam muito elevada importância)

Por favor comente as seguintes frases, assinalando como uma X na posição que melhor define a sua opinião:

Por favor comente as seguintes frases:	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO EM PARTE	NÃO CONCORDO NEM DISCORDO	CONCORDO PARCIALMENTE	CONCORDO TOTALMENTE
As alterações climáticas são já um problema atual em Portugal, com reflexos na procura turística nacional e internacional					
As alterações climáticas afetarão mais as regiões do Sul do País do que as do Norte					
As alterações climáticas afetarão mais as regiões do Interior do que as regiões Litorais					
Todos os problemas que as alterações climáticas possam levantar hoje ou no futuro podem resolver-se com mais investimento					
Todos os problemas que as alterações climáticas possam levantar hoje ou no futuro podem resolver-se com melhor gestão dos recursos existentes					
Ninguém sabe muito bem do que fala quando se refere às alterações climáticas					
As questões da insegurança (criminalidade) são mais prementes para o setor do turismo do que as alterações climáticas					
Pouco ou nada podemos fazer quanto às alterações climáticas e o seu impacto no setor do turismo					

Numa escala de 1 a 10 pontos, quantos pontos atribuiria à atual eficiência energética deste hotel? _____ pontos

(1 ponto significaria nula ou muito baixa eficiência 10 pontos significariam muito elevada eficiência)

Anexo II - Condições de conforto

Conforto térmico

Os empreendimentos turísticos têm de garantir o conforto térmico com sistemas de climatização ativos ou passivos (portaria n.º 327/2008). A sensação de conforto térmico é subjetiva e depende de fatores pessoais, do tipo de vestuário e do tipo de atividade que se está a desenvolver. Nas normas (EN 15251, 2007; ISO 7730, 2005), encontram-se definidas gamas de temperatura operativa para diferentes classes de conforto térmico, atendendo à percentagem previsível de insatisfeitos. Na norma (EN 15251, 2007) também se encontram recomendações para edifícios com sistemas de climatização ativos e para edifícios passivos. Para as condições típicas de vestuário de inverno (1 clo) e de verão (0.5 clo) e para a classe 2 de conforto térmico as temperaturas de conforto limites preconizadas para edifícios com sistemas ativos de climatização encontram-se no Quadro II.1. Nesse quadro também se indica a temperatura de conforto para edifícios passivos (Figura II.2) que varia com a temperatura exterior média ponderada dos dias anteriores (no quadro apresentam-se valores para temperatura exterior média ponderada T_{rm} de 25°C e de 10°C) e também se indicam as condições ambientais especificadas na (Diretiva CNQ N.23, 1993) para piscinas. A temperatura da água das piscinas interiores de recreio deve situar-se entre 26 a 28°C.

Quadro II.1 - Temperatura operativa de conforto térmico (EN 15251, classe II)

	Estação de aquecimento	Estação de arrefecimento
Espaços com climatização ativa ¹ (EN 15251, classe II)	20°C	26°C
Espaços sem climatização ativa (EN 15251, classe II)	19°C ($T_{rm}=10^{\circ}\text{C}$)	30°C ($T_{rm}=25^{\circ}\text{C}$)
Piscina	Max(Táguas ou 24°C); 55 a 75% de humidade relativa, $T_{wb}>=23^{\circ}\text{C}$	
Piscinas: vestiários	22 a 24 °C,	
Cozinha (VDI 2052, 2006)	18 °C	26 °C

¹ - Atividade sedentária: quartos, receção, bar, restaurante, auditórios, salas de conferência; corredores 16°C no inverno, 25°C no verão.

No espaços sem climatização ativa, se nos períodos quentes for aumentada a velocidade do ar (pela existência de ventoinha ou pela abertura das janelas considerando que o ar exterior está a uma temperatura não superior à do ar interior) é aceitável ter temperaturas ainda superiores às anteriores (Figura II.1), pois ao se aumentar as perdas de calor do corpo humano por convecção, para assegurar o equilíbrio térmico é aceitável ter temperaturas interiores mais altas. Por exemplo, para atividade sedentária, esta estratégia pode permitir compensar um acréscimo de temperatura interior de cerca de 2.8 °C⁵.

As condições ambientais indicadas no Quadro II.1 estão de certa forma alinhadas com as definidas na regulamentação nacional de eficiência energética em edifícios de comércio e serviços (RECS-E, 2013) para edifícios com sistemas de climatização ativos e passivos. Efetivamente, para edifícios com sistemas ativos as necessidades energéticas são determinadas considerando temperaturas na gama de 20°C a 25°C, sendo considerado que um edifício é passivo quando a percentagem de horas de ocupação anual em que se verificam necessidades de aquecimento e/ou arrefecimento, para manter a temperatura interior de conforto compreendida no intervalo de 19°C a 27°C não excede mais de 10% do tempo do tempo de ocupação. A norma (EN 15251,

⁵ Com uma ventoinha e atividade sedentária, em vez de 30°C, pode ser aceitável ter 32.8°C para uma velocidade do ar de 0.82 m/s.

2007) aponta exemplos de critérios aceitáveis de excedência das condições limites de conforto de 3% a 5% do tempo de ocupação e uma base de cálculo diária, semanal, mensal ou da estação.

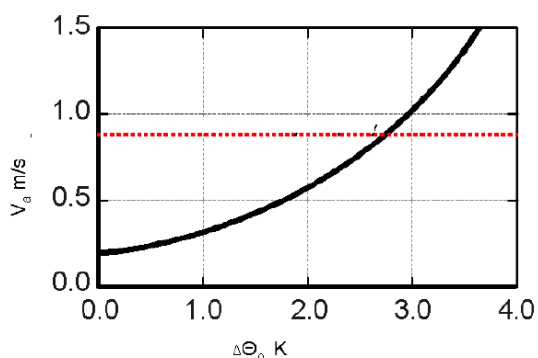


Figura II.1 - Velocidade do ar necessária para compensar o aumento de temperatura do ar e manter a sensação de conforto térmico

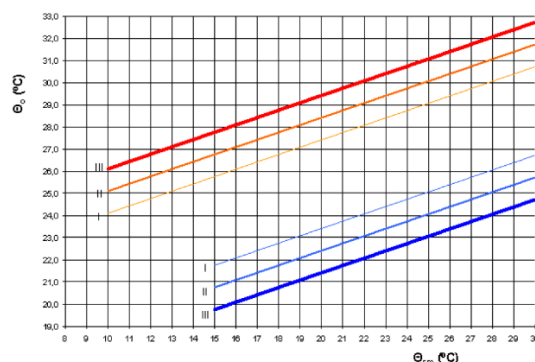


Figura II.2 - Temperatura operativa de conforto limite para edifícios passivos EN 15251

Qualidade do ar interior

Os requisitos de qualidade do ar interior estão especificados na Portaria n.º 353-A/2013 (RECS-QAI, 2013), e abrangem requisitos quanto à renovação mínima do ar interior, aspetos de manutenção das instalações e limiares de proteção para os poluentes físico-químicos (Quadro II.2) e condições de referência para parâmetros microbiológicos (Quadro II.3).

Na ausência de outros cálculos as necessidades mínimas de ar novo devem satisfazer aos valores indicados no Quadro II.4 e no Quadro II.5, devendo ser selecionado o maior desses dois valores, com exceção dos quartos em que se aplica apenas os requisitos do Quadro II.4. Nos espaços com ocupação reduzida a pequeno período de tempo, a renovação do ar pode ser efetuada com ar transferido de outros espaços, por exemplo, corredores, balneários, instalações sanitárias, arrumos, armazéns, copas e similares. Na legislação, os requisitos de caudal mínimo de ar novo aplicam-se apenas aos edifícios novos ou sujeitos a grandes intervenções, sendo aplicável a todos os edifícios os requisitos de qualidade do ar interior no que se refere à concentração de poluentes.

A ventilação pode ser assegurada por meios naturais, sistemas mecânicos, ou por sistemas mistos ou sistemas híbridos.

Quadro II.2 – Limiares de proteção e margem de tolerância para os poluentes físico-químicos

Poluente	Limiar de proteção	Margem tolerância (%)
Partículas em suspensão (PM10)	50 µg/m ³	100
Partículas em suspensão (PM2.5)	25µg/m ³	100
Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVs)	600µg/m ³	100
Monóxido de carbono (CO)	10 mg/m ³ ; 9 ppmv	-
Formaldeído (CH2O)	100 mg/m ³ ; 0.08 ppmv	-
Dióxido de carbono (CO2)	2250 mg/m ³ ; 1250 ppmv	30
Radão	400 Bq/m ³	-

Quadro II.3 – Condições de referência para os poluentes microbiológicos

Meios	Poluentes microbiológicos	Condição de referência
Ar	Bactérias [UFC/m ³]	Concentração interior não superior à exterior em mais de 350 UFC/m ³
Ar	Fungos	Concentração inferior à do ar exterior
Água	<i>Legionella spp</i>	Inferior a 100 UFC/l Tanques torres de arrefecimento 1000 UFC/l e ausência de <i>Legionella pneumophila</i>

Quadro II.4 – Caudais mínimos de ar novo

Exemplos de tipo de espaço	Caudal de ar novo
Quartos, Dormitórios e similares	16 m ³ /h/pessoa
Salas de repouso, salas de espera, salas de conferências, auditórios e similares, bibliotecas	20 m ³ /h/pessoa
Escritórios, gabinetes, secretaria, salas de espetáculo, salas de refeições, lojas e similares, galerias, salas de convívio	24 m ³ /h/pessoa
Cafés, bares, salas de jogos e similares	28 m ³ /h/pessoa
Salas em ginásios	49 m ³ /h/pessoa
Piscinas	20 m ³ /h/m ² de plano de água
Extração de ar	
Instalação sanitária pública (extração contínua)	Max (90 x (n.º urinóis + n.º sanitas); 10 x A _{pav})
Instalação sanitária privada (extração contínua)	Max (45 x (n.º urinóis + n.º sanitas); 10 x A _{pav})
Balneários (extração contínua)	Max (45 x n.º duche; 10 x A _{pav})

Quadro II.5 – Caudais mínimos de ar novo por unidade de área

Situação do edifício	Caudal de ar novo
Materiais de baixa emissão poluente	2 m ³ /(h.m ²)
Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos	3 m ³ /(h.m ²)
Com atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos	5 m ³ /(h.m ²)

Iluminação

Os requisitos de níveis de iluminância para diversos espaços encontram-se especificados no (RECS-E, 2013), podendo também ser adotados os valores da norma (EN 12464-1, 2011). No Quadro II.6 indicam-se alguns valores para a iluminância média a manter. De acordo com resultados do projeto AdaPT (Pinto, Machado, et al., 2016) dentro dos aspetos negativos sobre as condições ambientais a iluminação insuficiente encontra-se nos aspetos mais referidos.

Quadro II.6 - Recomendações de sistemas de iluminação

Zona	Iluminância mantida E _m (lx)
Entrada	100
Lounge	200
Recepção	300
Cozinha	500
Restaurante buffet	300
Salas de conferência	500
Corredores	100
Piscina	200
Piscina: vestiários	150
Lavandaria	300
Zonas de inspeção e costura	750
Quartos	-
Escritórios	
Escrita, edição, leitura, processamento de informação	500
Arquivos	200
Estacionamento coberto	75
	300 junto da entrada e da saída

Pressão e temperatura da água

De acordo com o regulamento de abastecimento e distribuição predial de água (RGSPDADAR, 1995), devem ser asseguradas pressões de serviço nos dispositivos de utilização entre 50 kPa e 600 kPa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 kPa e 300 kPa. Os valores mínimos dos caudais instantâneos a considerar nos dispositivos de utilização mais correntes são indicados no Quadro II.7. As velocidades de escoamento devem situar-se entre 0,5 m/s e 2,0 m/s. A temperatura de distribuição de água quente não deve exceder 60° C, nem ser inferior a 50°C, devendo situar-se entre 55 a 60 °C (TM13, 2013). A temperatura da água para banhos no interior é tipicamente de 38° a 40°C, enquanto para banhos no exterior se considera uma temperatura da água de 28° a 32° (Diretiva CNQ N.23, 1993).

Devido às preocupações com a redução do consumo de água e à evolução dos dispositivos de utilização, os caudais mínimos dos dispositivos de utilização podem ser menores, por exemplo 2 l/min nos lavatórios e bidé, 6 a 7 l/min nos chuveiros (ANQIP, 2015; Benito et al., 2009). Este menor débito e consumo de água, no caso dos chuveiros, banheira e lavatório também se refletem em menores necessidades de água quente sanitária. No documento (Benito et al., 2009), encontra-se uma síntese dos esquemas de etiquetagem hídrica de dispositivos de utilização de água.

Quadro II.7 - Caudais instantâneos mínimos a considerar nos dispositivos de utilização (l/min)

Dispositivo de utilização	(RGSPDADAR, 1995)	(EMAS, 2016)
Lavatório	6	4
Bidé	6	-
Banheira	15	-
Chuveiro	9	7
Autoclismo	6	4.5
Máquina de lavar louça	9	-
Máquina de lavar roupa	12	-
Mictório com torneira	9	Sem água
Boca de rega ou lavagem D15mm	18	-
Boca de rega ou lavagem D20mm	27	-

AdaPT A : T

AdaPTação às
Alterações Climáticas
no setor do Turismo

Consórcio



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



instituto português do mar e da atmosfera

Financiamento



AGÊNCIA
PORTUGUESA
DO AMBIENTE



ICELAND
LICHTENSTEIN
NORWAY
eea
grants



Fundo português de Carbono

Entidades colaborativas



AGÊNCIA PARA A ENERGIA



HOTELARIA
DE PORTUGAL



inframoura

Hotéis



AS CASCATAS GOLF RESORT & SPA

