

MANUAL ^{DE} ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA PARA A REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

COM VISTA A NECESSIDADES QUASE NULAS DE ENERGIA
NA REABILITAÇÃO E EM NOVOS EDIFÍCIOS



GOVERNO
DOS AÇORES



MAC 2014-2020
Cooperação Territorial

Interreg



PLANCLIMAC



MANUAL DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA PARA A REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

COM VISTA A NECESSIDADES QUASE NULAS DE ENERGIA
NA REABILITAÇÃO E EM NOVOS EDIFÍCIOS



GOVERNO
DOS AÇORES



PLANCLIMAC



Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



MAC 2014-2020
Cooperação Territorial

FICHA TÉCNICA

TÍTULO

Manual de Arquitetura Bioclimática para a Região Autónoma dos Açores

AUTOR E COORDENADOR

Aline Guerreiro

EDITOR

Portal da Construção Sustentável

COLABORAÇÃO

José Ávila e Sousa

DESIGN GRÁFICO

COORDENAÇÃO

Ana Flávia Silva

COLABORAÇÃO

Vasco Vieira e Carine Farias

REVISÃO DE TEXTOS

Maria João Barroso e Ana Flávia Silva

JANEIRO 2022

AGRADECIMENTOS

Este Manual foi produzido a pedido do Governo Regional dos Açores, pela equipa do Portal de Arquitetura e Construção Sustentável que, através da recolha de informação científica e investigação, bem como a consulta a peritos e partes interessadas no arquipélago dos Açores, produziu e editou este trabalho.

A colaboração, auxílio, carinho e dedicação por parte de várias pessoas ao longo de todo o percurso de recolha de informação, fotografia, edição de imagem, layout e organização, foi fundamental. Pelo que, não posso deixar passar esta oportunidade para agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a escrita deste Manual.

Agradeço em primeiro lugar ao Governo Regional dos Açores por ter acreditado no Portal de Arquitetura e Construção Sustentável para realizar um trabalho de tanta responsabilidade. Agradeço a todos os arquitetos e demais profissionais do sector da construção, que vivem e exercem a sua profissão no arquipélago e se disponibilizaram para me receber e ajudar a compreender as práticas de arquitetura e construção que vigoram, nomeadamente aos arquitetos Bruno Fontes, Albino Pinho e Chiara Bettelli, e às empresas MBGouveia, Grupo Marques e Carpintaria Artur Oliveira.

Agradeço, sempre que tenho oportunidade, a todos os professores que tive ao longo da minha vida que sempre me entusiasmaram para este tema e comigo partilharam os seus conhecimentos nesta área.

Aos meus colegas de gabinete (internos e externos), é graças a eles que o Portal de Arquitetura e Construção Sustentável cresce de ano para ano, pois acreditam na sustentabilidade do sector da construção tanto quanto eu.

Agradeço muito aos meus amigos e colegas, José Ávila e Sousa e Paulo Ávila Sousa, que conhecem o arquipélago dos Açores desde que nasceram, o que proporcionou que a minha visita às ilhas fosse altamente produtiva e rentável. O seu incansável acompanhamento e auxílio tornou este trabalho peculiar.

Agradeço por último à RTP Açores, na pessoa da jornalista Maria Francisco Anderson pelo seu profissionalismo, e ao Correio dos Açores, ambos veicularam a intenção de realização deste trabalho.

Aos meus pais, por ser quem sou.

Aos meus filhos que me inspiram e ensinam diariamente.

ÍNDICE

0	GLOSSÁRIO	7
1	PORQUÊ ESTE GUIA	10
1.1.	CONTEXTO LOCAL	11
1.2.	QUESTÕES SÍSMICAS	13
1.3.	AS EMISSÕES POLUENTES	16
1.4.	SUSTENTABILIDADE	17
2	PRINCÍPIOS DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E MATERIAIS PARA UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	24
2.1.	MATERIAIS JÁ EXISTENTES NO MERCADO	25
2.2.	ORIENTAÇÃO SOLAR E DESIGN PASSIVO	37
2.3.	CONFORTO TÉRMICO	38
2.4.	SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS PARA A ENVOLVENTE DOS EDIFÍCIOS	40
2.5.	CONSTRUÇÃO ANTISSÍSMICA	64
2.6.	ECONOMIA CIRCULAR NO SECTOR DA CONSTRUÇÃO	66
3	EQUIPAMENTOS PARA A POUPANÇA DE ÁGUA E ENERGIA	68
3.1.	AQUECIMENTO DE ÁGUAS SANITÁRIAS	68
3.2.	AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO DE ESPAÇOS ATRAVÉS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS	69
3.3.	ILUMINAÇÃO EFICIENTE E EQUIPAMENTOS	70
3.4.	FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL	75
3.5.	SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO E GESTÃO	77

3.6. SISTEMAS DE REUTILIZAÇÃO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS.....	78
4 UTILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO DE FORMA A REDUZIR AS NECESSIDADES DE CONSUMO.....	83
4.1. COMPORTAMENTOS E ESTILOS DE VIDA.....	83
4.2. COMO RESOLVER AMPLITUDES TÉRMICAS E A HUMIDADE	85
4.3. MANUAL DE UTILIZAÇÃO DE UM EDIFÍCIO INSERIDO NA RAA.....	87
CONTACTOS DE EMPRESAS MENCIONADAS.....	89
BIBLIOGRAFIA.....	93
ÍNDICE DE IMAGENS.....	95
ÍNDICE DE TABELAS	98
ANEXOS.....	99

GLOSSÁRIO



RAA - Região Autónoma dos Açores

PCS - Portal de Arquitetura e Construção Sustentável

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA - Consiste no desenho dos edifícios considerando o clima onde o edifício é inserido. Esta Arquitetura aproveita os recursos naturais disponíveis (água, sol, vegetação, vento), de modo a reduzir todos os impactos ambientais negativos associados à construção de edifícios, com o objectivo máximo de promover a poupança de energia.

EU - União Europeia

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

CO₂ - Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono é um gás incolor, inodoro que existe naturalmente na atmosfera da Terra e que mantém o calor da radiação solar, sem o qual, este calor se dissiparia para o espaço. O que tornou possível a vida do planeta. A fonte principal de emissões de CO₂ é a combustão de combustíveis fósseis, que, devido à acção humana, tem aumentado significativamente nas últimas décadas, aumentando as concentrações de CO₂ em aproximadamente 0,5% por ano. Assim, o dióxido de carbono, que é o principal gás com efeito estufa, tem contribuído para que o calor mantido na terra seja excessivo, o que deu origem ao aquecimento global e alterações climáticas do planeta.

CO₂eq - Equivalência em Dióxido de Carbono

A Equivalência em Dióxido de Carbono é uma medida baseada no Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential - GWP) que mede o impacto ambiental de uma tonelada de gases de efeito estufa (GEE) em comparação com o impacto de uma tonelada de somente CO₂.

GEE - Gases com Efeito de Estufa

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

ADENE - Agência para a Energia

AQS - Água Quente Sanitária

CLT - Cross Laminated Timber (Madeira Laminada Cruzada)

NZEB - Near Zero Energy Buildings (Edifícios com necessidades energéticas quase nulas)

REH - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios Habitação

ISO - International Organization for Standardization estabelece um conjunto de normas internacionais voluntárias, a adoptar nas organizações. A certificação ISO é opcional, mas pode-se tornar uma exigência de mercado, como no caso da ISO 9001 que garante uma gestão da qualidade e já é reconhecida como uma mais valia.

PEGADA ECOLÓGICA - Refere-se, à quantidade de terra e água que seria necessária para sustentar as gerações actuais, tendo em conta todos os recursos materiais e energéticos gastos por uma determinada população.

Para calcular a Pegada ecológica é necessário somar todas os componentes que podem causar impactos ambientais, tais como: área de energia fóssil; terra arável; pastagens; floresta; área urbanizada.

A Pegada ecológica de Portugal é de 4.4 ha; e uma biocapacidade de apenas 2.1ha, ou seja seriam necessários 2 planetas para manter o padrão médio de consumo de cada português. Aproximadamente 60% da pegada ecológica de Portugal é explicada pelo nível de emissões de carbono.

ECONOMIA CIRCULAR - Conceito que se baseia na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia substituindo o conceito de fim-de-vida da economia linear.

ETIQUETA ENERGÉTICA - É uma ferramenta que lista todas as características de equipamentos/janelas/habitações, permitindo fazer uma avaliação do desempenho e a eficiência energética do equipamento/janela/habitação, comparar e tomar uma decisão informada e consciente na sua aquisição.

CLASSE ENERGÉTICA - Permite a verificação da classe de desempenho energético, que vai de “G” (menos eficiente) a “A” (mais eficiente).

DESEMPENHO ENERGÉTICO - Corresponde à performance da janela no mês mais frio e no mês mais quente do ano (janeiro e agosto respetivamente), traduzindo a melhor ou pior capacidade de reduzir perdas térmicas no inverno ou minimizar o sobreaquecimento no verão. Este cálculo é baseado na ISO 18292 de 2011 que contém o procedimento de cálculo para obter o desempenho energético de portas e janelas instalados na envolvente de edifícios residenciais.

COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL - É a capacidade que uma janela tem de reter a energia (calor e frio) na parte exterior/interior do edifício. Quanto menor for este valor melhor é o coeficiente de transmissão térmica.

FATOR SOLAR DO VIDRO - É o valor da relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vidro e a radiação solar nele incidente. Quanto menor for este valor melhor será o comportamento da janela à incidência da luz solar.

CLASSE DE PERMEABILIDADE AO AR - É a capacidade que a janela possui para reduzir as infiltrações de ar através da janela. Existem 4 classes, sendo que a classe de permeabilidade

com melhor classificação é a 4.

ATENUAÇÃO ACÚSTICA - É a capacidade que a janela tem de atenuar os sons que vêm do exterior da habitação. Quanto maior for este valor, maior será a capacidade da janela em atenuar o ruído.

ÁGUAS CINZENTAS - Água residual proveniente das canalizações de outros locais que não as sanitas, como por exemplo: chuveiros, lavatórios e bancas. Dependendo do tipo de utilização que vão ter, as águas cinzentas requerem menos tratamentos que as águas negras e contém menos agentes patogénicos. As águas cinzentas tratadas podem ser reutilizada dentro de casa para descargas de autoclismos e lavagem de roupa, ambos grandes consumidores de água, podendo ainda ser utilizadas, sem problemas, para regar o jardim.

ÁGUAS NEGRAS - Água que foi misturada com desperdícios da sanita. A água negra requer tratamento biológico ou químico e desinfeção antes de ser reutilizada. Esta água só deverá ser reutilizada no exterior da casa.

PONTE TÉRMICA - Fenómeno que decorre da ligação de dois materiais com diferentes índices de condutibilidade térmica, o que origina fenómenos de condensação, trocas de ar ou outros, prejudiciais ao bom funcionamento do edifício. Ao isolar uma parede, há que ter em atenção a eliminação destes fenómenos, que por não estarem isolados termicamente, podem aumentar o consumo de energia necessária para climatizar a habitação.

MICROCIMENTO - O microcimento é um revestimento contínuo para superfícies, sem juntas, emendas ou selagens, mesmo em grandes áreas. É constituído por cimento e polímeros, responsáveis por lhe conferir maior elasticidade.

ILHA DE CALOR - Ilha de calor urbano é um fenómeno climático que acontece principalmente em cidades com um grau de urbanização elevado. Ele surge devido à alta concentração de pavimentos em alcatrão, ruas, avenidas e betão (em prédios, casas e outras construções) que absorvem mais calor e vão-no libertando lentamente. Este fenómeno também ocorre devido à falta de áreas verdes e vegetação que ajudam a controlar a temperatura das áreas circundantes.

PORQUÊ ESTE GUIA

1

Porque a construção de edifícios não é um processo amigo do ambiente.

Os impactes ambientais negativos relacionados com o sector da construção têm vindo a aumentar no mundo, devido a um grande número de projetos em curso. A maioria destes impactes estão relacionados com a utilização e manutenção de um edifício. Mas não menos importante, e que é muitas vezes descurado, é fase de produção de matérias-primas para o processo construtivo. Salienta-se que este sector, requer grandes quantidades de recursos e representa cerca de 50% de todo o material extraído da natureza, em todo o mundo. Na União Europeia, é responsável por mais de 35% da produção total de resíduos.

As emissões de gases com efeito de estufa provenientes da extração de materiais, fabrico de produtos de construção, bem como construção e renovação de edifícios, são estimadas em cerca de 12% do total nacional de emissões de gases com efeito de estufa.

As emissões de gases com efeito de estufa provenientes da extração de materiais, fabrico de produtos de construção, bem como construção e renovação de edifícios, são estimadas em cerca de 12% do total nacional de emissões de gases com efeito de estufa.

E, para aumentar a eficiência dos materiais e reduzir o impacte climático, é necessário optar por soluções de construção que minimizem todos estes impactes mantendo a coerência entre áreas relevantes, tais como o clima, a eficiência energética e de recursos, a gestão de resíduos de construção e demolição (RCD), acessibilidades, entre outros. A utilização de materiais e tecnologias de construção melhorados poderá contribuir consideravelmente para um melhor ciclo de vida e consequentemente para a sustentabilidade das construções.

Em 2017, os edifícios na Região Autónoma dos Açores (RAA), foram responsáveis pelo consumo de 41 ktep de energia primária sendo este sector também responsável por 33% do consumo total de energia elétrica (Manual de Eficiência Energética, 2020). Dos tipos de utilização de energia, destacam-se: o aquecimento e arrefecimento dos ambientes e o aquecimento de águas.

Este trabalho, que pretende dar resposta à necessidade de um desenvolvimento mais sustentável do sector da construção na RAA, iniciou-se através de uma visita ao terreno que foi fundamental para o exercício de escrita deste Manual, que pretende:

- Incentivar a redução de emissões poluentes, especialmente CO₂;
- Informar para conceção de edifícios energeticamente eficientes;

- Promover os princípios de circularidade ao longo de todo o ciclo de vida dos edifícios;
- Manter-se simples, de fácil leitura e acessível ao público interessado.

1.1. CONTEXTO LOCAL

A RAA, caracteriza-se por ter um clima ameno, sem grandes amplitudes térmicas, sendo a pluviosidade mais frequente entre os meses de outubro e março. As temperaturas médias que registam são de 13°C no inverno e 24°C no verão, mas no verão são geralmente sentidas como sendo mais quentes do que os números registados, e no inverno podem fazer-se sentir mais frias do que o anunciado devido aos fortes ventos e à constante humidade. A temperatura média anual de todo o arquipélago junto à costa é de aproximadamente 17,5°C. É, no entanto, um clima imprevisível e em constante mudança. Se de manhã pode estar encoberto, ao final da manhã pode estar um sol radioso. Mas, também acontece, ser necessário vestir um casaco ou sobretudo para se aquecer na praia, no verão, quando o sol se esconde por detrás das nuvens e o vento sopra.

A Corrente do Golfo, que passa relativamente perto, mantém as águas do mar a uma temperatura média entre os 17°C e os 23°C. O ar é húmido, com uma humidade relativa média de 75%. As ilhas são visitadas com relativa frequência por tempestades tropicais, incluindo algumas com intensidade suficiente para serem consideradas como furacões. As temperaturas médias de inverno, entre dezembro e março, não descem dos 16°C. No entanto, a pluviosidade aumenta durante estes meses. No verão, as temperaturas diurnas centram-se por volta dos 25°C (entre maio e setembro) e geralmente não serão inferiores aos 18°C durante a noite.

A algumas centenas de quilómetros do arquipélago dos Açores encontra-se o “Anticiclone dos Açores” que é um fenómeno subtropical de altas pressões que assumiu este nome, pela sua proximidade, mas nunca se encontra diretamente em cima do arquipélago. É responsável por padrões climáticos bastante diferentes dos do continente, sendo o clima muito mais ameno e calmo, caracterizado por um clima húmido e graças a este clima as ilhas estão constantemente cobertas de flores e vegetação.

A floresta ocupa 48,5 mil hectares ao longo das nove ilhas. É a segunda principal ocupação do solo, depois da agricultura (138,6 mil hectares).

A árvore criptoméria é a mais importante espécie da floresta dos Açores em termos socioeconómicos, plantada e colhida pela sua madeira macia e consistente, com grande valor e beleza, de que falaremos adiante.

As condições gerais do clima nos Açores são determinadas pela sua situação geográfica no contexto da circulação global atmosférica e oceânica e pelo efeito da enorme massa de água que a rodeia. Na parte setentrional do Atlântico, está em constante atividade um processo de troca de massas de ar, entre o ar quente e húmido proveniente das regiões equatorial e subtropical e o ar frio e seco proveniente da região ártica. A separação das duas massas de ar constitui a “frente polar”, onde o confronto das massas de ar se exterioriza sob a forma de chuvas mais ou menos abundantes, vento mais ou menos violento, nuvens baixas e má visibilidade (Agostinho, 1939). Estes fatores condicionam o clima açoriano numa escala macroclimática, resultando a diferenciação, entre as ilhas do arquipélago, da diferente distribuição da radiação solar em latitude e da circulação atmosférica e oceânica (Azevedo, 2001). É marcante do clima do arquipélago, o forte

contraste entre uma estação seca e uma estação húmida.

À escala regional há a considerar as particularidades resultantes da orografia e orientação do relevo de cada ilha, ou da influência recíproca entre as ilhas mais próximas (Azevedo, 2001). Numa escala topo climática e local outros fatores, como a altitude, a topografia, o grau de exposição do relevo, a distância à linha de costa, a geologia e o coberto vegetal fazem sentir-se no clima de diferentes locais das ilhas (Agostinho, 1938; Bettencourt, 1979; Azevedo, 2001).

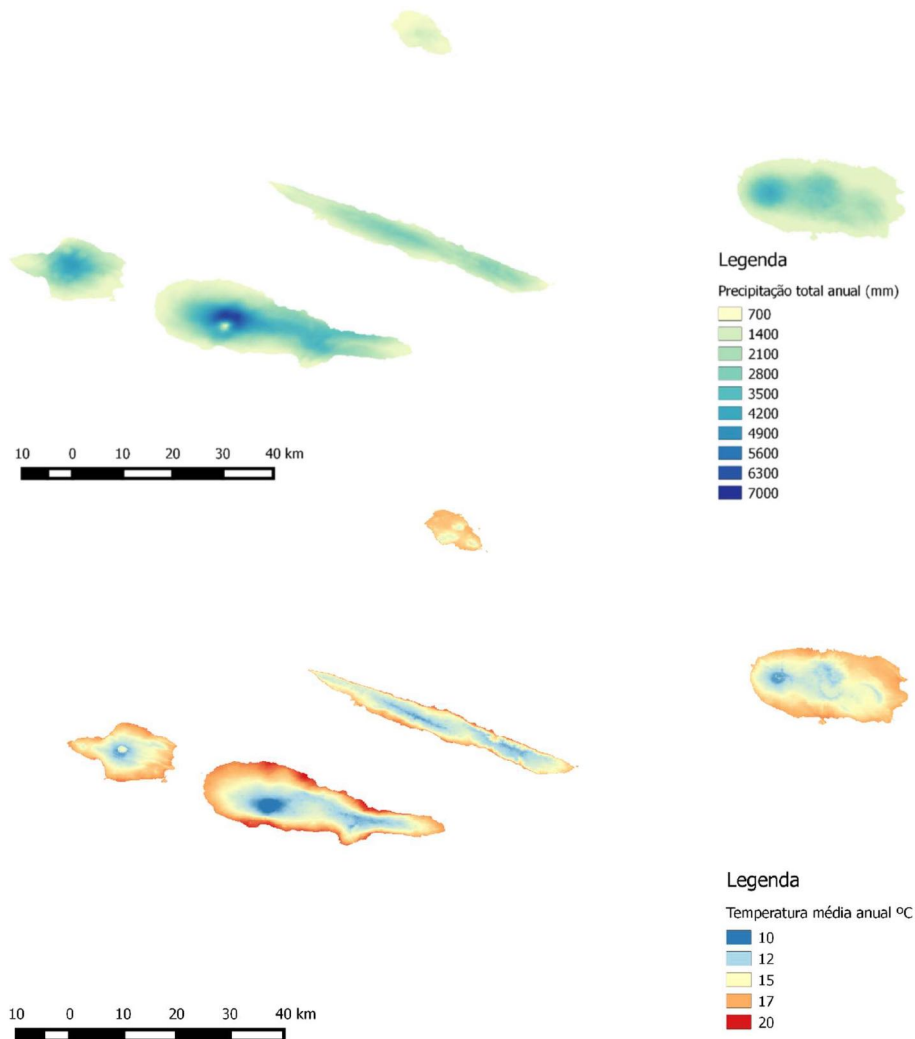


FIGURA 1 • Temperatura e precipitação do Grupo Central da RAA (PRAC - Azevedo, 2016)

Quando abstraídas as circunstâncias locais, os elementos climáticos tais como temperatura, humidade, pressão atmosférica e vento, com exceção para a pluviosidade, que é marcadamente mais intensa no Grupo Ocidental do arquipélago, não apresentam diferenças significativas de ilha para ilha (Agostinho, 1938). No geral, o clima dos Açores é temperado marítimo, o que se reflete pela baixa amplitude térmica, elevada pluviosidade, humidade relativa e ventos persistentes. (Ferreira, 1980). Essa variação estacional do clima da região é uma consequência da oscilação anual do posicionamento do Anticiclone dos Açores (Bettencourt, 1979; Azevedo, 1996). Durante o inverno, a tendência para um posicionamento do Anticiclone dos Açores mais a sul permite uma descida da Frente Polar para próximo do arquipélago, trazendo consigo maior instabilidade climática. Contrariamente, durante o verão, a posição do anticiclone mais a norte mantém afastada dos Açores a Frente Polar e as perturbações que lhe estão associadas (Azevedo, 2001).

Relativamente à precipitação, a média anual no conjunto das ilhas é de aproximadamente 1075 mm, variando entre 775 mm na ilha de Santa Maria e 1700 mm na ilha das Flores, num claro gradiente longitudinal como anteriormente referido. A precipitação aumenta de forma significativa com a altitude, condicionada pelo relevo que contribui para a formação e adensamento da nebulosidade orográfica, e pela precipitação de origem convectiva decorrente do impulso orográfico dado ao ar com características de grande instabilidade ou de instabilidade condicional.

1.2. QUESTÕES SÍSMICAS

A atividade sísmica é um fenómeno natural e incontrolável. Desde sempre é capaz de provocar um rasto de destruição completamente avassalador e sobre o qual o Homem se sente na maior das vezes, totalmente impotente.

As ilhas dos Açores são todas de natureza vulcânica e apresentam uma grande variedade de formas, as paisagens são marcadas por inúmeros cones, caldeiras, baías e lagoas que resultam da própria génese do arquipélago. A generalidade das ilhas apresenta um relevo bastante acidentado, quando comparando a altitude máxima com a dimensão da própria ilha. A prova clara deste relevo é o ponto mais alto de Portugal e do arquipélago que se situa na ilha do Pico, e daí o seu nome. A Montanha do Pico, tem uma altitude de 2351 m (Figura 2).



FIGURA 2 • Ilha do Pico vista desde o Faial (Créditos: Ávila e Sousa)

A orografia açoriana apresenta-se muito acidentada, com linhas de relevo orientadas na direção este-oeste, coincidentes com as linhas de fratura que estão na génese das ilhas. Este arquipélago faz parte da cordilheira submarina que se estende desde a Islândia para sul e sudoeste, com orientação sensivelmente paralela à inflexão das costas continentais. O processo de formação das ilhas varia entre os 6 milhões de anos para a ilha de Santa Maria, a ilha mais antiga, e os 40 mil anos para a ilha do Pico, a mais recente.

Assim, o arquipélago dos Açores localiza-se numa zona de intensa atividade sísmica, devido precisamente à sua atividade vulcânica e ao seu enquadramento geotécnico. A população enfrenta periodicamente crises sísmicas de alguma intensidade. Como facilmente se depreende, estas ocorrências sísmicas regulares colocam a população local sob um espectro de preocupação quanto à segurança das suas casas que, tratando-se a maioria delas de edifícios de construção tradicional, são as mais vulneráveis de serem afetadas pela recorrente atividade sísmica.



FIGURA 3 • Mapa da RAA e relação aos continentes circundantes (Adaptado de Pierre de Sousa Lima 1997)

A sua localização é em pleno Atlântico, entre a América do Norte e a Europa, a 1400 quilómetros de Lisboa e a 3900 de Nova Iorque (Figura 3), apontado por alguns investigadores como vestígios da lendária Atlântida, possui uma área total de aproximadamente 2345 km², dividida por nove ilhas espalhadas segundo uma diagonal, sentido sudeste-noroeste, ao longo de 324 milhas marítimas, agrupadas em três grupos distintos, de acordo com a sua proximidade: Grupo Oriental - ilhas Santa Maria e São Miguel; Grupo Central - ilhas Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial; Grupo Ocidental - ilhas Flores e Corvo (Tabela 1).

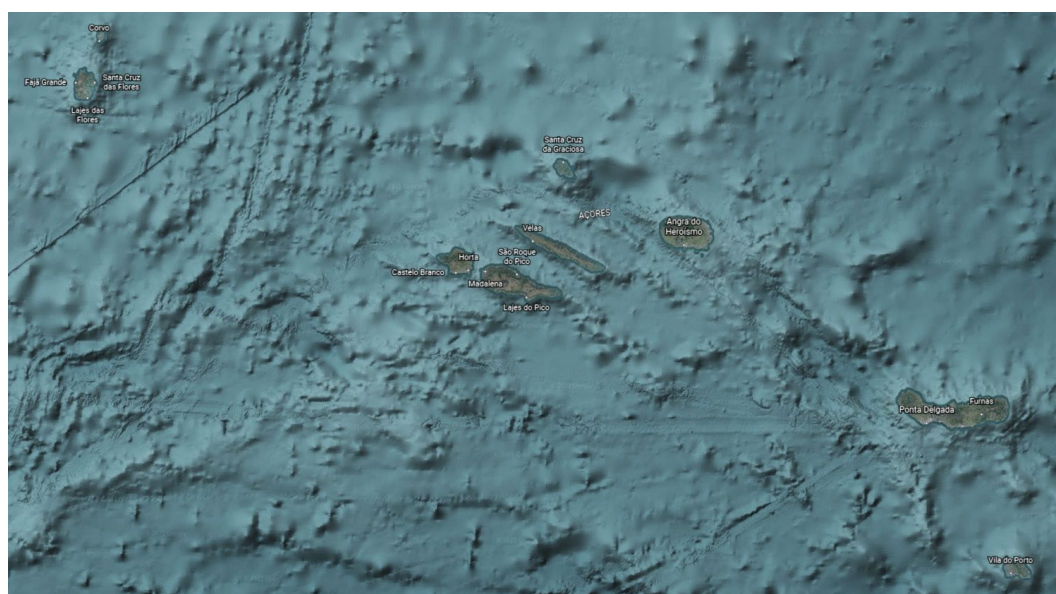


FIGURA 4 • Mapa do arquipélago dos Açores (Fonte: Google Earth)

TABELA 1 • Grupos das ilhas dos Açores

GRUPO OCIDENTAL	GRUPO CENTRAL	GRUPO ORIENTAL
Corvo	Faial	Santa Maria
Flores	Graciosa	São Miguel
	Pico	
	São Jorge	
	Terceira	

O Grupo Oriental inclui também um grupo de rochedos e recifes oceânicos, situados a nordeste de Santa Maria, chamado ilhéus das Formigas, ou simplesmente Formigas, que em conjunto com o recife do Dollabarat, constitui a Reserva Natural do Ilhéu das Formigas, um dos locais mais importantes para conservação da biosfera marinha no nordeste do Atlântico.



FIGURA 5 • Ilhéu das Formigas (Fonte: escapadinhas.org)

A origem vulcânica dos Açores tem a sua expressão máxima na ilha de São Miguel, no famoso Vale das Furnas e teve a sua mais recente atividade terrestre no Vulcão dos Capelinhos, na Ilha do Faial, em 1957-1958.

No mar, a última erupção verificou-se ao largo da Serreta (ilha Terceira) em 1998-2000. A atividade vulcânica que deu origem ao arquipélago, ainda hoje se mantém ativa, embora de uma forma moderada, através da existência de fumarolas e pequenos sismos.

Será inserido um capítulo neste Manual sobre as crises sísmicas, designadamente as mais próximas. Também se irá apresentar e discutir as técnicas usadas na reabilitação de edifícios na sequência dos Sismos de 1980 e 1998, de forma a avaliar a adaptação das práticas construtivas ao reforço da resistência sísmica dos edifícios.

1.3. AS EMISSÕES POLUENTES

No âmbito de diversos acordos internacionais, deve ser assegurada informação regular sobre a emissão de gases e poluentes atmosféricos, com o objetivo de promover a proteção e a preservação da qualidade do ar ambiente e o combate às alterações climáticas.

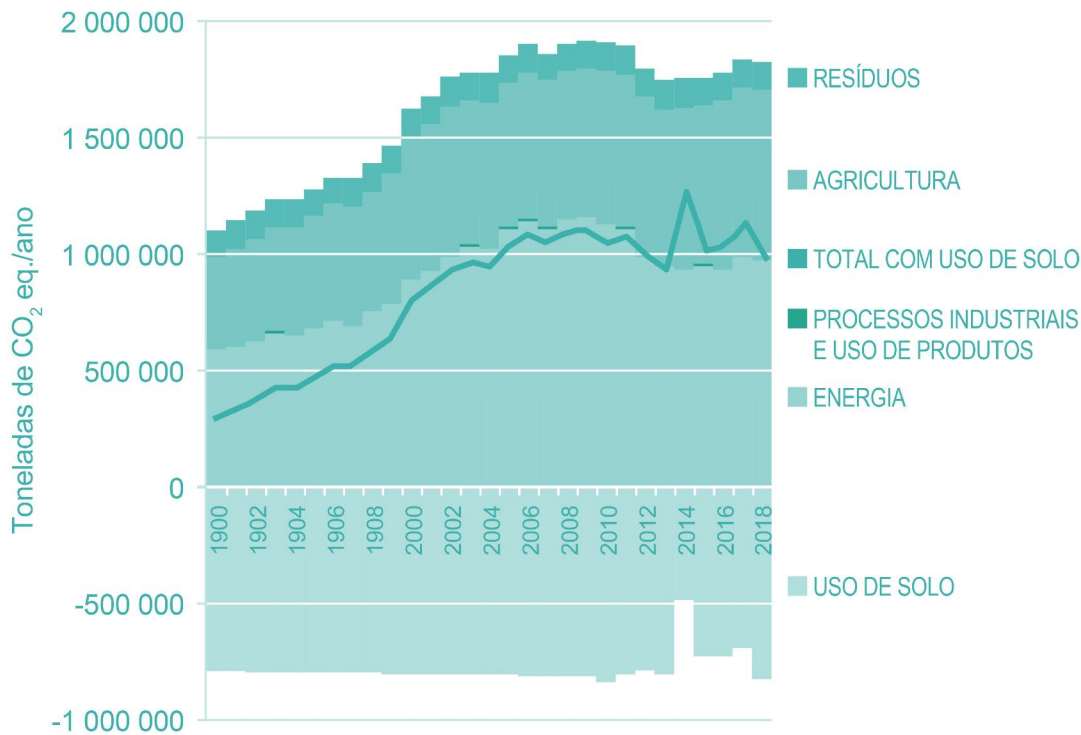


FIGURA 6 • Emissões na RAA em 2018 (Adaptado de IRERPA 2020)

As emissões na RAA em 2018 totalizaram 1,84 Mt CO₂eq., tendo o sector Uso de Solo e Florestas sido responsável por um sequestro líquido de cerca de 0,85 Mt CO₂eq., o que coloca as emissões líquidas da RAA em 0,99 Mt CO₂eq.

No que se refere às emissões de gases com efeito de estufa a distribuição das emissões da RAA mantém-se também razoavelmente estável, com o Dióxido de Carbono (CO₂) a representar 53,3% das emissões, é também o que mais cresceu (+68,7% desde 1990), tendo aumentado, em consequência, o seu peso no total de emissões. O gás menos expressivo é o Óxido Nitroso, que representa cerca de 11,4% das emissões.

... as emissões de CO₂ nos Açores, o principal gás com efeito de estufa, tem vindo a crescer, sendo o sector da energia o maior responsável por esta emissão. O sector da agricultura é o principal responsável pelas emissões de CH₄ e N₂O.

Fazendo a comparação com os totais nacionais (67,3 Mt CO₂eq), verifica-se que a RAA representa 1,6% das emissões totais nacionais (2,7% se excluirmos o sector uso de solo e florestas). O perfil de emissões é, no entanto, bastante distinto, sendo as principais diferenças uma predominância na RAA muito mais marcada do sector agricultura e uma quase ausência do sector processos industriais e uso de produtos. Essas diferenças sectoriais têm também expressão no perfil de emissões por gás, isto é, o peso de metano na RAA é substancialmente superior ao total nacional.

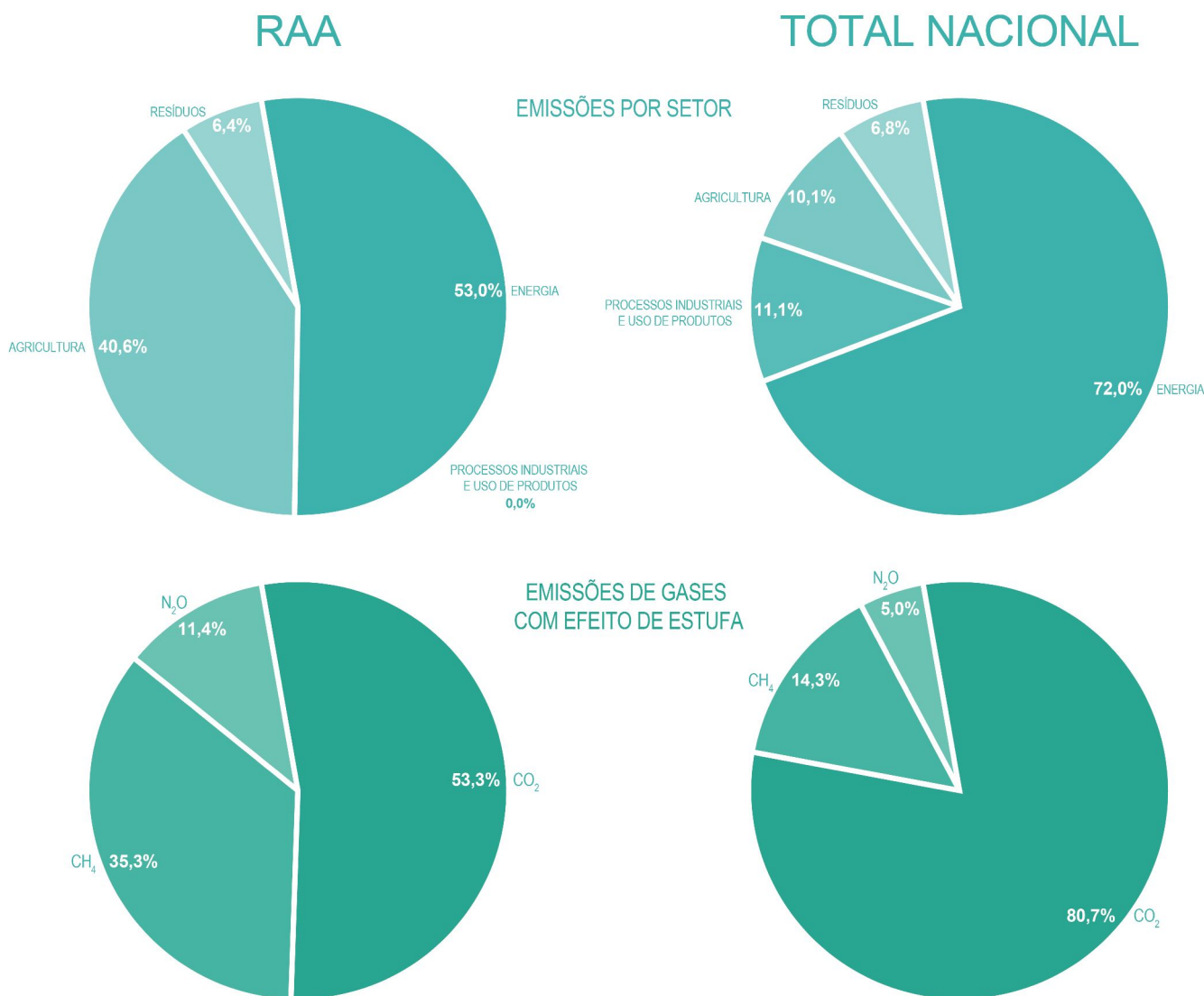


FIGURA 7 • Comparação entre o perfil de emissões na RAA e o Total Nacional em 2018 (Adaptado de IRERPA 2020)

Em conclusão, as emissões de CO₂ nos Açores, o principal gás com efeito de estufa, tem vindo a crescer, sendo o sector da energia o maior responsável por esta emissão. O sector da agricultura é o principal responsável pelas emissões de CH₄ e N₂O. Na comparação entre a RAA e o total Nacional, há uma maior preponderância no sector da agricultura na RAA, o que justifica a maior expressão de metano e ácido nitroso. Nos processos de fabrico e produção de materiais há quase uma ausência de emissões no RAA comparativamente a Portugal Continental.

1.4. SUSTENTABILIDADE

Os edifícios são uma parte central da nossa vida quotidiana, e passamos grande parte dos nossos dias neles, em casa, no trabalho, ou durante o nosso tempo livre. Nas suas diferentes formas, casas, locais de trabalho, escolas, hospitais, bibliotecas ou outros edifícios públicos, o ambiente construído é, no entanto, o maior consumidor de energia na UE, e um dos maiores emissores de dióxido de carbono.

Quando falamos em sustentabilidade no sector da construção, não falamos só em eficiência energética, a sustentabilidade é muito mais do que isso e devemos iniciar todo o processo inerente ao sector da construção, desde a extração da matéria-prima para produção de materiais de construção, percorrendo depois todo o ciclo de vida um edifício, até ao seu fim de vida útil.

Assim, para obtermos uma construção sustentável, as matérias-primas tem desde logo, de deixar de ser oriundas do petróleo, porque todo o material proveniente deste combustível fóssil já poluiu o bastante, não esquecendo que o CO₂ libertado durante a queima de petróleo é o principal responsável pelo aquecimento global.

O dióxido de enxofre, um dos poluentes também libertados na mesma combustão, é a causa principal das chuvas ácidas. Além de que o transporte deste combustível é feito através de navios com um risco enorme, quando por acidente, há vazamentos e são libertadas substâncias tóxicas que, quando misturadas com água, causam sérios impactes na vida aquática.

Os edifícios são uma parte central da nossa vida quotidiana, e passamos grande parte dos nossos dias neles, em casa, no trabalho, ou durante o nosso tempo livre. Nas suas diferentes formas, casas, locais de trabalho, escolas, hospitais, bibliotecas ou outros edifícios públicos, o ambiente construído é, no entanto, o maior consumidor de energia na UE, e um dos maiores emissores de dióxido de carbono.

Um Edifício com Carbono Zero é um edifício altamente eficiente em termos energéticos que produz no local, ou adquire, energia renovável sem carbono ou compensações de carbono de alta qualidade em quantidade suficiente para compensar as emissões anuais de carbono associadas aos materiais e operações de construção. Para evitar os piores efeitos das alterações climáticas, todas as nações devem concentrar os seus esforços na redução do carbono. Como indústria, a construção e as operações de construção devem eliminar efetivamente as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) até 2050. Para atingir este objetivo, os novos edifícios hoje planeados devem estabelecer como meta zero emissões de carbono. As obras de reabilitação dos edifícios existentes devem igualmente enfatizar reduções profundas das emissões. E não há tempo a perder!

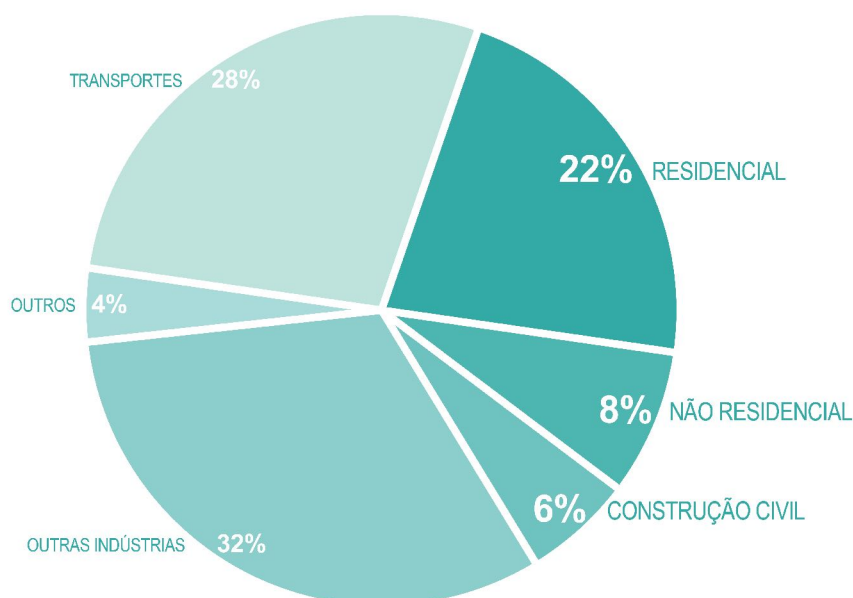


FIGURA 8 • Quota global da ENERGIA FINAL dos edifícios e da construção (Adaptado de Global Status Report 2017)

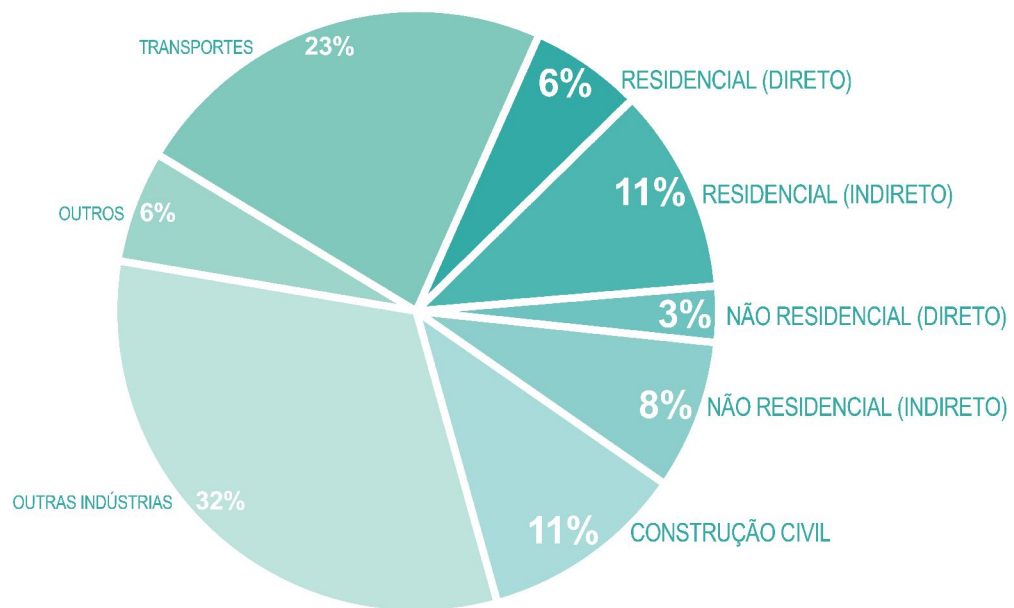


FIGURA 9 • Quota global das EMISSÕES dos edifícios e da construção (Adaptado de Global Status Report 2017)

Para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, optar por pré-fabricados é recomendável, já que a pré-fabricação de materiais de construção pode representar uma poupança de 80% de energia, uma vez que, como referido, a eficiência energética não se refere apenas ao funcionamento de um edifício, mas também ao uso e aplicação de recursos materiais. Os materiais convencionais e técnicas tradicionais de construção são grandes consumidores de energia e de geração de resíduos sólidos que, na maioria das vezes, não são reciclados. Como por exemplo os materiais plásticos ou derivados de combustíveis fósseis. Construções modulares pré-fabricadas podem reduzir a produção de resíduos até 90%, (Waste & Resources Action Program) já que são realizadas em ambiente controlado.

O Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC) fixou o orçamento mundial de carbono disponível, a quantidade máxima de GEE que pode ser libertada para a atmosfera ao longo do tempo, em 420 giga toneladas (Gt) de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). É um objetivo concebido para manter o aquecimento global a 1,5°C. Contudo, à taxa atual mundial de 40 Gt de emissões de carbono por ano, esse orçamento durará pouco mais de 10 anos antes de arriscarmos um aumento de temperatura que alterará significativamente o nosso clima (IPCC, 2018).

Para se manter dentro deste orçamento de carbono e para mitigar os efeitos das alterações climáticas é necessário que sejam tomadas soluções acionáveis. Cada ano que passa sem reduzir significativamente as emissões de GEE, continuamos a contribuir para redução do orçamento mundial do carbono, consumindo o pouco tempo que nos resta para atingirmos o carbono zero.

Para tal, o correto isolamento de edifícios é fundamental, edifícios mal isolados ou com materiais pouco duráveis que não garantem o isolamento durante toda a vida útil de um edifício não estão a contribuir para a sua eficiência energética, obrigando à instalação de equipamentos que consomem energia, para climatização. Os isolamentos devem ser naturais e não provenientes de petróleo, por todas as razões já descritas. No nosso país já temos produção e bons aplicadores de outro tipo de isolamento que não os derivados de combustíveis fósseis, como por exemplo as lãs ou a cortiça. Mas isolar um edifício diz também respeito às caixilharias, deve se optar sempre por materiais duráveis e, mais uma vez, não provenientes de petróleo. Estes, aplicados a caixilharias tendem a se deteriorarem a alterarem a sua forma com o tempo sendo, mais uma

vez, altamente poluidores. Não só na extração de matéria-prima, como no fim de vida útil deles mesmos. Não há mercado que absorva tanto plástico para reciclagem!

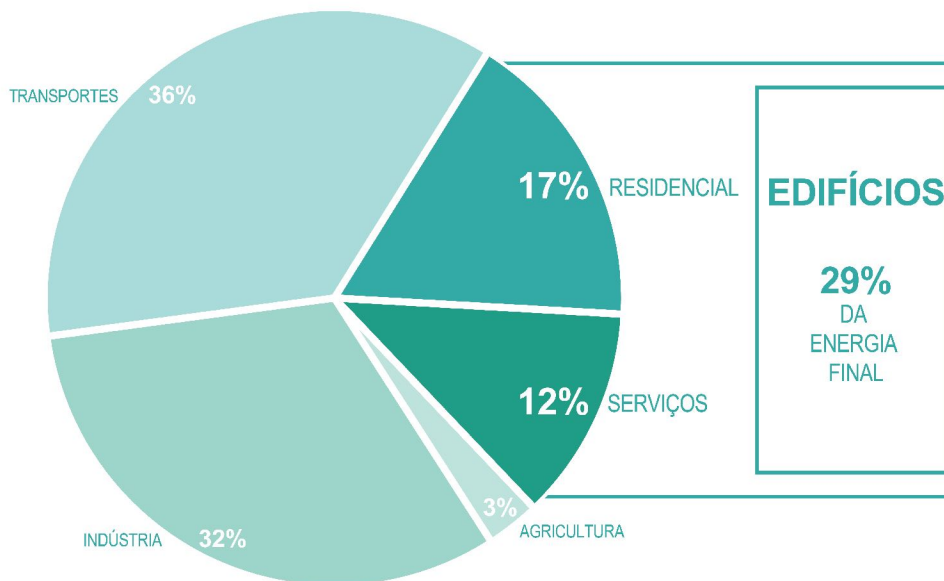


FIGURA 10 • Consumo de ENERGIA FINAL em Portugal (Adaptado de DGEG)

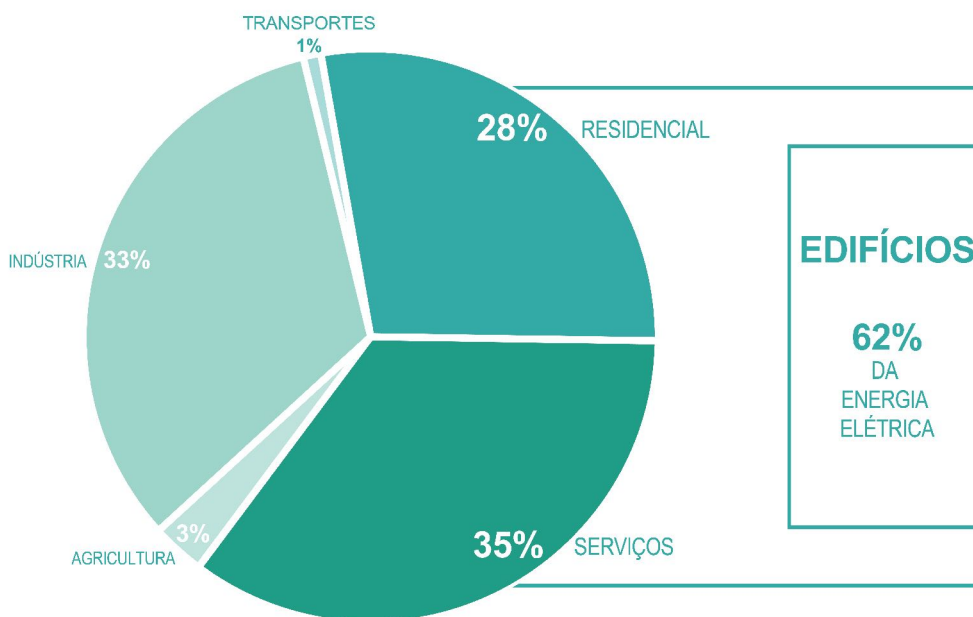


FIGURA 11 • Consumo de ENERGIA ELÉTRICA em Portugal (Adaptado de DGEG)

Os isolamentos devem ser naturais e não provenientes de petróleo, por todas as razões já descritas. No nosso país já temos produção e bons aplicadores de outro tipo de isolamento que não os combustíveis fósseis, como por exemplo as lãs ou a cortiça.

Um projeto de construção deve desde logo pensar na sua desconstrução: construir para desconstruir é o novo mote para uma construção mais sustentável. Se ao invés de aplicarmos colas e outro aglutinantes que dificultam a reciclagem e reutilização de materiais e optarmos por siste-

mas mecânicos de encaixe, estaremos a possibilitar novas vidas aos materiais quando o edifício atingir o seu fim de vida. É por isso que os projetos devem conter também as “instruções” de desconstrução. Precisamos cada vez mais de reutilizar, reciclar e reduzir consumos. Para isso o edifício deve, no final da sua vida útil ser desconstruído seletivamente, todos os materiais devem ser separados por tipologias, os aptos a serem reutilizados e os aptos a serem reciclados. Só uma ínfima parte, senão nenhuma, deve ser considerada para aterro. Assim, estamos a contribuir para a redução de fabricação de novos produtos, implicando a extração de novas matérias-primas e por aí fora.

Segundo o relatório da Agência Internacional da Energia, órgão dependente da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), o sector da construção (desde a construção até á utilização dos edifícios) consome cerca de 36% da energia do planeta e é responsável por 39% das emissões de CO₂ no mundo, sendo as emissões operacionais responsáveis por 28% (desde a energia utilizada, até ao aquecimento, arrefecimento de edifícios leves). Os restantes 11% provêm das emissões de carbono incorporadas, ou carbono "inicial" que está associado a materiais e processos de construção ao longo de todo o ciclo de vida do edifício.

A descarbonização do sector requer a redução significativa de carbono à medida que a indústria avança para a eliminação das emissões até 2050. Esta transição necessária está a gerar caminhos novos e inovadores para o carbono zero, expandindo as oportunidades de crescimento da indústria e potenciando a criação de emprego. Contudo, as emissões de gases com efeito de estufa dos países da UE saltaram 18% na Primavera passada, de acordo com dados do Eurostat, à medida que o sector económico recuperava das paragens pandémicas, voltava a libertar gases poluentes para a atmosfera. A indústria da construção civil deverá mobilizar-se para ajudar a apoiar os esforços em Portugal Continental e insulares, nomeadamente os Açores, para reduzir as emissões de carbono.

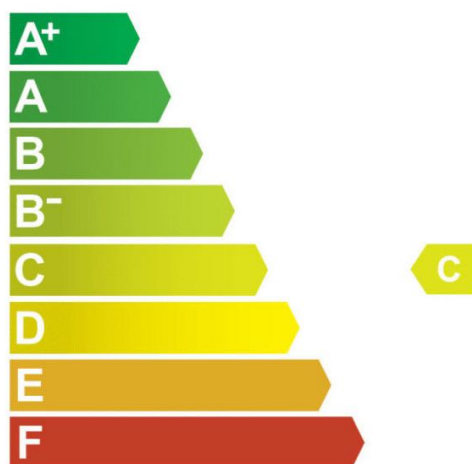
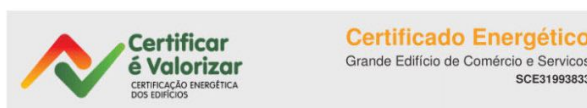


FIGURA 12 • Nova etiqueta energética (Fonte: Adene)

Isolar um edifício diz também respeito às caixilharias, optar sempre por materiais duráveis e, mais uma vez, não provenientes de petróleo. Estes, aplicados a caixilharias tendem a se deteriorarem e alterarem a sua forma com o tempo sendo, mais uma vez, altamente poluidores. Não só na extração de matéria-prima, como no fim de vida útil deles mesmos. Não há mercado que absorva tanto plástico para reciclagem!

EPBD para Portugal, lançou a Norma de Construção de Carbono Zero para ajudar na transição da indústria para o carbono zero. Os edifícios carbono zero são tecnicamente e financeiramente viáveis. Em média, os edifícios com carbono zero podem proporcionar um retorno financeiro positivo ao longo de um ciclo de vida de 25 anos, incluindo o preço da poluição por carbono, e exigem um modesto prémio de custo de capital. Este retorno financeiro só irá crescer à medida que o custo do carbono subir, enquanto os edifícios com carbono zero também prometem mitigar os custos futuros dos serviços públicos e das obras de reabilitação.

No Índice de Futuro Verde 2021, o prestigiado instituto americano coloca Portugal em 67º lugar, em 76 países analisados, concluindo que tem “uma das taxas de crescimento de emissões mais elevadas da Europa”. Por outro lado, ocupamos a 17ª posição em políticas climáticas. O relatório tem alguns resultados surpreendentes, sobretudo na avaliação que faz das energias renováveis no País.

No que se refere ao consumo de energia final (que exclui a energia usada para produção e perdas nos processos de transformação) os sectores dominantes são o residencial, de transportes, e a indústria.

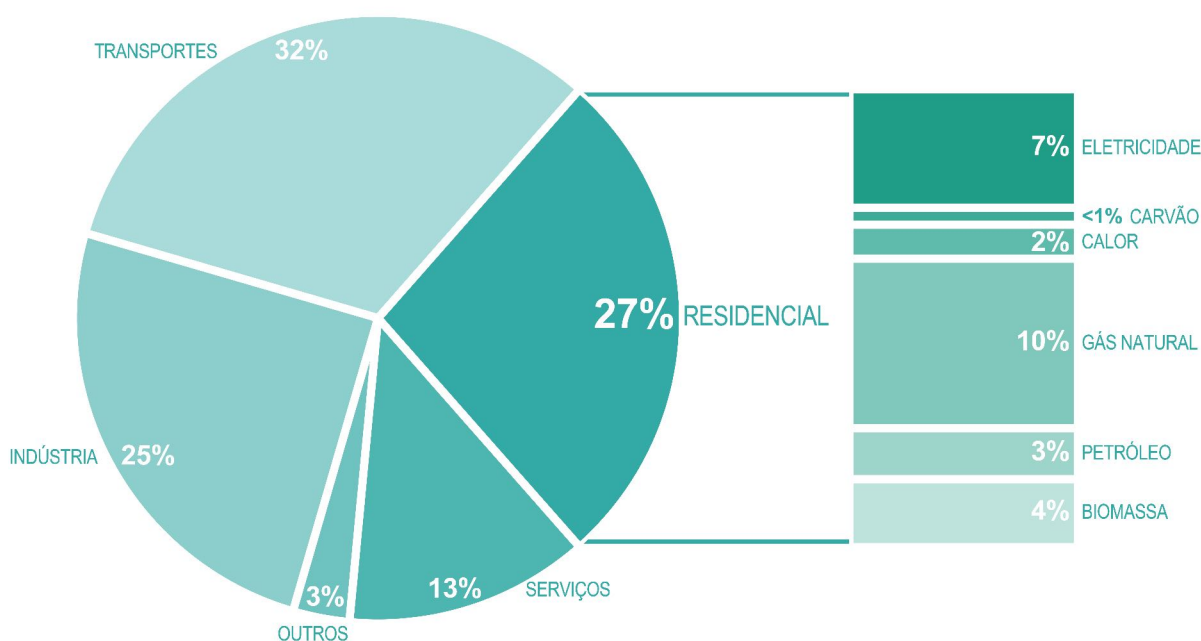


FIGURA 13 • Distribuição do consumo de energia final nos Países Membros da UE, 2013 (Adaptado de Eurostat)

O sector residencial tem um consumo final de energia de 307.8 Mtep, sendo a eletricidade e o gás as principais fontes energéticas. A maioria das medidas de redução da procura de energia e de promoção da eficiência energética têm como alvo os sectores de energia final, sendo 55-58%

da redução do consumo de energia projetada nestes sectores.

Neste âmbito, as mais recentes legislações europeias são as seguintes:

- Diretiva 2010/30/EU relativa à indicação do consumo de energia e de outros recursos por parte dos produtos relacionados com a energia, por meio de rotulagem e outras indicações uniformes relativas aos produtos (reformulação);
- Diretiva 2010/31/UE relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação); Diretiva 2012/27/EU relativa à eficiência energética que altera as Directivas n.ºs 2009/125/CE e 2010/30/UE e revoga as Directivas n.ºs 2004/8/CE e 2006/32/CE.

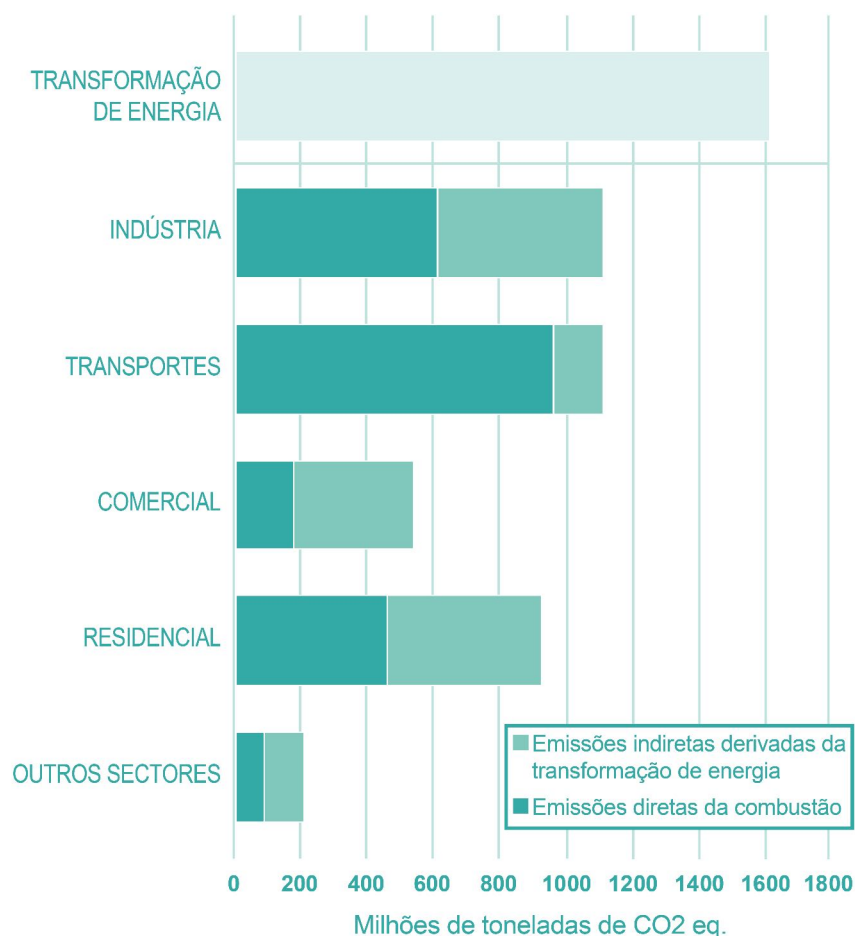


FIGURA 14 • Emissões diretas e indiretas do sector da construção (Adaptado de EEA)

PRINCÍPIOS DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E MATERIAIS PARA UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

2

Reabilitar uma casa ou construir uma nova com princípios bioclimáticos e de sustentabilidade, representa uma oportunidade não só para assegurar a melhor habitabilidade possível para os futuros ocupantes, como também para criar habitações de alto rendimento que podem, eventualmente, gerar mais energia do que a que utilizam, recolhendo e reciclando água e reduzindo a pegada de carbono do ambiente construído. Tudo isto aproveitando o clima e os recursos naturais.

Como já vimos e sendo o sector da construção (desde a construção até à utilização dos edifícios) responsável pelo consumo de 36% da energia do planeta e por 39% das emissões de CO₂, urge evoluir para a sustentabilidade, de modo a mitigar os efeitos das alterações climáticas. É justamente aqui onde entra a arquitetura bioclimática, aplicada tanto a infraestruturas quanto a construções.

A arquitetura bioclimática consiste em conceber edificações baseando-se no clima local de forma a proporcionar conforto térmico aproveitando fontes ambientais, assim como, na integração estética ao ambiente circundante. Na realidade, nada disto é inovador, pois poderíamos afirmar que a arquitetura tradicional era bioclimática por definição. Basta observar como as formas dos telhados ou o tamanho das janelas mudam em função do país ou da região.



FIGURA 15 • Pedreira de basalto - pedra natural e abundante no arquipélago dos Açores

Entre os principais objetivos da arquitetura bioclimática podemos mencionar, além da criação de espaços saudáveis e confortáveis para os habitantes do imóvel, o respeito pelo ambiente. Para tal, é primordial evitar o uso de materiais poluentes, considerar os requisitos de bem-estar da

biodiversidade local e fazer um uso eficiente da energia, dos materiais de construção, da água e demais recursos. O edifício bioclimático tem como base um projeto que adapta a construção ao ambiente circundante e ao clima local para minimizar o consumo de energia e recursos, evitando perdas e fugas.

Os materiais elegíveis para este tipo de arquitetura, são de origem renovável, como madeira, pedra, fibras naturais, ou materiais reciclados, de forma a minimizarem o impacto ambiental da construção. Normalmente, fazem uso de energias renováveis, solar, geotérmica, eólica ou hidráulica, para reduzir o consumo.

2.1. MATERIAIS JÁ EXISTENTES NO MERCADO

● MATERIAIS ENDÓGENOS USADOS NA CONSTRUÇÃO

Toda a indústria extrativa deixa marcas negativas na natureza se não forem devidamente acatados e compensados os impactos negativos associados à atividade respetiva. Os Açores são um arquipélago rico em alguns recursos que podem e devem ser utilizados no próprio arquipélago, minimizando a necessidade de transporte desde longas distâncias para os levar até às ilhas. Enumeramos de seguida os principais materiais que são utilizados no sector da construção e que ainda existem em abundância no arquipélago.

TABELA 2 ● Recursos endógenos e seu uso no sector da construção

RECURSO	UTILIZAÇÃO	PRODUTO
	BASALTO Enrocamento Enchimento Paredes de fachada	Betão Rocha ornamental Revestimentos (paredes e pisos)
	PEDRA POMES Materiais de enchimento Caminhos rurais e florestais Solos artificiais Abrasivos Incorporação em betão	Blocos para a construção
	ARGILAS Cerâmica Corantes de tintas	Olaria decorativa Revestimentos
	BAGACINA Materiais de enchimento Revestimento de caminhos rurais e florestais Solos artificiais Corante	Blocos de construção civil Coloração de microcimento

RECURSO		UTILIZAÇÃO	PRODUTO
	AREIA	Betões Betuminosos Asfaltos e afins	Blocos de construção civil
	MADEIRA DE CRIPTOMÉRIA	Lamelados e Contraplacados Lamelados colados Revestimentos e divisórias Portas, janelas e batentes Trelças para telhados Elementos de construção Componentes de móveis	CLT GLUGAM Mobiliário Caixilharias e Aros

Enquanto o basalto, em várias tipologias, é um recurso quase inesgotável na RAA devido à natureza explosiva de alguns vulcões, a árvore de criptoméria que foi trazida para os Açores no século XIX e que deu origem a uma área florestal com cerca de 12 698 hectares de matas (*Cryptomeria japonica* D. Don), em povoamentos puros e mistos, tem sido altamente utilizada para o sector da construção, não só no arquipélago, mas também para exportação, razão pela qual se começa a questionar a desflorestação em grande escala desta espécie.



FIGURA 16 • Caparica Azores Ecolodge (Terceira) - Madeira de criptoméria no revestimento de teto e piso em microcimento tingido com bagacina

A floresta é essencial para a existência de vida pois interage tanto com o ciclo da água do planeta como com o ciclo de carbono, sendo essencial para a produção e retenção de biomassa terrestre em todo o arquipélago. Com efeito estas árvores são consumidoras de dióxido de carbono e libertadoras de oxigénio transformando esse dióxido de carbono. Absorve a energia dos raios solares e liberta oxigénio para a atmosfera. A madeira é, pois, um material amigo do ambiente, é natural e renovável, e contribui para a redução da pegada de carbono do planeta, o maior responsável pelo aquecimento global, deste modo contribuindo para um planeta mais verde e mais saudável. A árvore de criptoméria é explorada em fustadio, conseqüentemente é uma madeira macia e fácil de trabalhar, leve e duradoura que, no entanto, estala facilmente quando pregada, sendo empregue frequentemente na construção civil (cofragens), carpintaria de limpos, mobiliário, revestimento, estruturas, caixilharias entre outras aplicações. A frequência de ventos nos Açores, conjugada com a rapidez de crescimento da espécie produz anéis de espessura muito heterogénea e excêntricos.

TABELA 3 • Áreas florestais por ilha e por espécie (ha) (Adaptado de Direção Regional dos Recursos Florestais da RAA)

ESPÉCIE	FAIAL	FLORES	PICO	S. JORJE	S. MIGUEL	TERCEIRA	GRACIOSA	STA. MARIA	CORVO	TOTAL
CRIPTOMÉRIA	852	281	837	182	7 556	1 610	64	Não determinada		11 382
EUCALIPTO		4	152	102	676	2 575	118			3 627
FOLHOSAS DIVERSAS	236		5	8	207	48				504
ROBÍNIA	3									3
VEGETAÇÃO NATURAL	722	2 054	4 233	4 200	4 568	3 774	196			19 747
ACÁCIA		72	508	325	2 273	174	5			3 357
INCENSO	1 767	788	11 495	2 021	2 914	1 348	424			20 757
PINHEIRO JAPONÊS			116		8					124
PINHEIRO BRAVO	45		658	20	2	104	2			831
RASINOSAS DIVERSAS	5				24	19	62			110
FAIA DA TERRA	140	32	947	1 035	165	29				2 348
VINHÁTICO	20				2		148			170
CAMACÍPARIS					15	6				21
TOTAL	3 790	3 231	18 951	7 893	18 410	9 687	1 019		-	-
ÁREA ILHA	17 306	14 096	44 480	24 365	74 459	40 027	6 066	9 689	1 711	232 199
TAXA DE ARBORIZAÇÃO	22%	23%	43%	32%	25%	24%	17%	-	-	27%

O abate desta árvore só deve ser efetuado quando entra no ciclo maduro, para garantir a máxima retenção de dióxido de carbono e garantir o tempo de reflorestação. Se efetuado de forma consciente, é garantido o constante repovoamento da floresta. O modelo de silvicultura para uma

classe média de produtividade da criptoméria, de “21 m” (altura dominante = 21 m aos 30 anos), prevê a realização de 2 desbastes aos 18 e aos 23 anos, de forma a garantir que as árvores obtenham melhores condições de crescimento, estimando-se que aos 30 anos, idade de corte, se obtenha uma média de 1200 árvores/ha. Através da implementação de um sistema de gestão em conformidade com os padrões das principais iniciativas de certificação globais, o Governo Regional dos Açores pretende estabelecer a produção e a conservação como compromissos de longo prazo, com efeitos importantes sobre o ordenamento do território. Este processo já foi iniciado com a certificação de uma área piloto em janeiro de 2014, e o Governo pretende estender a certificação para todas as áreas florestais públicas.



FIGURA 17 • A floresta de Criptoméria nos Açores tem sofrido uma desflorestação em grande escala desta espécie

Quanto aos crescimentos, a classe de qualidade média para os Açores ronda os 23 m³/ha/ano, o que corresponde a um volume final de 690 m³/ha de árvores, com idade permitida por lei, para a realização do corte (30 anos). Aos 30 anos, uma árvore apresenta uma altura dominante média de 21 m e um diâmetro médio de 28,1 cm a 1,30 m. A Criptoméria dá-se bem em regiões quentes e húmidas, de pluviosidade anual elevada ou bem distribuída ao longo do ano, ou submetidas a frequentes nevoeiros. Requer solos profundos, húmidos, em vales ou vertentes de montanhas preferencialmente expostas a norte e nordeste.

Analisando o ciclo de vida e processo de transformação da madeira, observa-se que este apresenta melhor desempenho do que outros materiais mais correntes de utilização na construção, como o aço e o betão. Pois em relação à energia incorporada, fenómeno de cálculo do custo e energia gastos desde a extração da matéria-prima até à sua reciclagem/reutilização dos seus produtos finais, emissão de gases, libertação de poluentes para o ar, produção de poluentes para a água e produção de resíduos sólidos, a madeira apresenta valores consideravelmente

inferiores quando comparada com o aço, betão, tijolo e alumínio, e principalmente, se utilizada perto do local de crescimento.

TABELA 4 • Valores médios e totais das variáveis da Criptoméria dendrométricas nos Açores (Adaptado de Inventário Florestal RAA, 2007)

		ESTIMATIVAS DAS VARIÁVEIS DENDOMÉTRICAS DA CRIPTOMÉRIA								TOTAL NOS AÇORES	
		Densidade (árvores/ha)	Diâmetro a 1,30m (cm)	Altura(m)	Volume individual (m ³)	Volume total (m ³ /ha)	Acréscimo médio anual (m ³ /ha/ano)	Área basal (m ² /ha)	Altura dominante (m)	Área (ha)	Volume (m ³)
CRIPTOMÉRIA 10 - 20 ANOS	Média	2 528,00	17,80	10,90	0,14	353,85	21,15	63,40	12,60	2 360,70	790 205,10
	Erro (95% confiança)	10%	7%	9%	19%	19%	19%	13%	9%		
CRIPTOMÉRIA 20 - 30 ANOS	Média	2 177,00	23,40	15,70	0,34	668,98	26,04	90,70	18,20	2 194,00	1 730 742,70
	Erro (95% confiança)	10%	7%	9%	22%	14%	14%	10%	9%		
CRIPTOMÉRIA > 30 ANOS	Média	1 811,00	26,80	18,00	0,51	806,62	22,05	96,70	20,80	4 017,90	3 952 302,20
	Erro (95% confiança)	10%	9%	6%	23%	14%	14%	11%	6%		

Além disso, devido à maioria dos produtos de madeira utilizados na construção (quer sejam estruturais ou não), serem pré-fabricados, não há praticamente resíduos produzidos em obra. A madeira é um material que pode ser reutilizado como no caso de madeira de demolição de edifícios existentes. Esta versatilidade do material permite que este seja reutilizado dentro da mesma indústria, como anteriormente referido, ou que seja mudada a sua função como por exemplo transformado em aglomerados de fibras ou partículas. A esta característica adiciona-se outra: a madeira, por ser um material de origem biológica, é biodegradável pode ser transformado por compostagem, havendo apenas a preocupação da existência de elementos de contaminação da madeira ou das ferragens, que são facilmente removidas, não apresentando por isso a maior preocupação.

O abate da árvore de criptoméria só deve ser efetuado quando entra no ciclo maduro, para garantir a máxima retenção de dióxido de carbono e garantir o tempo de reflorestação.

A madeira quando bem selecionada e protegida, tem boa durabilidade. Podemos referir o caso de Lisboa, cuja Baixa Pombalina foi construída em madeira na sequência do terramoto que destruiu a cidade de Lisboa em 1755 e ainda hoje sobrevive em boas condições de funcionamento. Mantendo a madeira arejada e seca após a sua colocação em obra, ela apresenta em geral uma boa durabilidade sendo possível ainda, com a aplicação de produtos preservadores, ampliar esta durabilidade.

Tem como característica ser macia/tenra e fácil de trabalhar. Possui uma secagem rápida e fácil, com excelente durabilidade. Detem boa aptidão à colagem e permite um acabamento aceitável.



FIGURA 18 • Madeira de Criptoméria em preparação para ser usada nos edifícios









Pela sua fácil trabalhabilidade, é possível ligá-la facilmente entre si ou a outros materiais recorrendo a pregos, parafusos, entre outros elementos mecânicos, construindo desde simples utensílios domésticos e estéticos até elementos com função estrutural para a construção de edifícios. É assim, uma excelente escolha em projeto, pois apresenta boas características de isolamento térmico e acústico. A madeira é um material combustível, logo apresenta uma elevada reação ao fogo, apesar disto a resistência ao fogo de estruturas de madeira poder ser elevada no caso de grandes secções transversais (mesmo não tratadas).















FIGURA 19 • Centro de Observação de Aves Marítimas dos Açores em madeira de Criptoméria

Sobre os recursos minerais existentes no arquipélago e que tem um grande potencial de aplicação no sector da construção, são predominantes as rochas vulcânicas, estando as rochas sedimentares especialmente presentes na ilha de Santa Maria, onde frequentemente apresentam conteúdo fossilífero diversificado e importante. A atividade vulcânica que afeta ao arquipélago traduz-se nos abundantes depósitos pomíticos (pedra-pomes) presentes em muitas ilhas, bem como de ignimbritos. O carácter hidromático de algumas erupções vulcânicas (quando o magma entra em contacto com água) traduz-se em diversos depósitos de tufos e em lavas submarinas. Do ponto de vista composicional, nas ilhas de Santa Maria, São Jorge e Pico predominam as rochas basálticas, enquanto nas restantes ilhas há uma maior variedade, desde basaltos a riólitos e traquitos.

TABELA 5 • Tipos de rocha por ilha (Fonte: Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas da RAA)

	SANTA MARIA	SÃO MIGUEL	GRACIOSA	TERCEIRA	FAIAL	SÃO JORGE	PICO	CORVO	FLORES
ESCOADA LÁVICA SUBMARINA									
CALCÁRIO FOSSILÍFERO									
CONGLOMERADO FOSSILÍFERO									
PEDRA POMES									
BOMBA DE PEDRA POMES									
SIENITO EM PEDRA POMES									
TRAQUITO									

	SANTA MARIA	SÃO MIGUEL	GRACIOSA	TERCEIRA	FAIAL	SÃO JORGE	PICO	CORVO	FLORES
TUFO HIALOCLÁSTICO									
OBSIDIANA									
BASALTO									
BASALTO COM FENOCRISTAIS									
ANCARAMITO									
ESCÓRIAS									
BOMBA VULCÂNICA									
IGNIMBRITO									
ESCÓRIAS COM VIDRO									
BASALTO COM PLAGIOCLASSE									

A “Escoada lávica submarina” resulta de uma erupção submarina efusiva, que ao movimentar-se sobre o fundo do mar dá origem a estruturas de forma tubular, em balão ou alongadas. Também são chamadas de lavas em almofada ou lavas em rolo, pois por vezes fazem lembrar os antigos travesseiros, de forma cilíndrica.

Já o “Calcário fossilítico” é uma rocha sedimentar constituída essencialmente por calcite (carbonato de cálcio), formadas na sua maioria em ambientes marinhos. São geralmente rochas compactas, de cor clara (branca, amarelada ou cinzenta) e granulometria fina. Pode conter fósseis, em quantidade e tipos muito diversos.

O “Conglomerado fossilífero” é uma rocha sedimentar formada por fragmentos arredondados de rochas pré-existentes (superiores a 2 mm) consolidados por um cimento (ou matriz) de sedimentos finos.

A “Bomba de pedra pomes” é uma rocha vulcânica geralmente de cor clara (branca, bege ou amarelada), pouco densa e com vesículas de aspeto fibroso. Está associada a erupções explosivas, muito violentas comumente na dependência da formação de caldeiras vulcânicas.

O “Ignimibrito”, rocha vulcânica composta maioritariamente por fragmentos pomíticos comprimidos e estirados segundo os planos de deposição (em estruturas designadas de fiamme), dispersos numa matriz mais fina. Está associada a erupções explosivas, muito violentas comumente na dependência da formação de caldeiras vulcânicas.

O “Traquito” é uma rocha vulcânica associada a erupções efusivas de magmas ácidos (siliciosos) a intermédios. Rocha geralmente de cor cinzenta-clara, compacta e de granularidade fina, onde é possível observar cristais de feldspato.

O “Tufo Hialoclastítico” é uma rocha vulcânica piroclástica de granulometria fina (cinzas ou lapilli) que se apresenta consolidada. O tufo surtseiano (ou tufo hialoclastítico) resulta de erupções hidromagmáticas explosivas e apresenta geralmente uma cor amarelada ou acastanhada, estratificação nítida e fragmentos rochosos intercalados provenientes das rochas encaixantes igualmente projetadas durante a erupção.

A “Obsidiana” trata-se de um vidro vulcânico de natureza ácida, siliciosa, formado pelo rápido arrefecimento da lava. Apresenta cor negra ou cinzenta-escura, brilho vítreo e fratura conchoidal, por vezes com aspeto bandado e com pequenos cristais de cor branca.

O “Sienito” é uma rocha ígnea plutónica, formada pelo arrefecimento do magma em profundidade, e trazida até à superfície durante as erupções vulcânicas, sobretudo durante as erupções explosivas pomíticas.

Chama-se de “Rocha Vulcânica” às “Escórias” geralmente de cor escura (negra ou avermelhada) e aspeto esmaltado ou iridescente.

O “Basalto” é a rocha vulcânica associada a erupções efusivas de magmas básicos, de cor escura (cinzenta a negra), geralmente de granularidade fina, vesiculada e com fenocristais (minerais visíveis a olho nu).

TABELA 6 • Extração, Impactes e compensação entre a pedra e a madeira

	EXTRAÇÃO	IMPACTES	COMPENSAÇÃO
PEDRA	<p>A extração do basalto inicia-se com a perfuração na pedreira, seguida de detonação com explosivos para que as rochas de basalto se desprendam. É depois realizado o transporte do basalto até os britadores.</p>	<p>Eventual contaminação dos solos</p> <p>Proliferação de processos erosivos</p> <p>Não recuperação ambiental e paisagística de áreas de exploração</p> <p>Extração em áreas naturais classificadas ou protegidas</p> <p>Não existência de licenciamento industrial em locais de exploração ativos</p>	<p>Para que se verifique o processo de recuperação paisagística junto das áreas de extração são necessárias etapas de recuperação, estabelecimento de objetivos a curto e a longo prazo, obras de engenharia na recuperação, manutenção de solo orgânico, preparação do local para o plantio e seleção de espécies de plantas.</p>
MADEIRA	<p>O abate de árvores só deve ser efetuado quando entra no ciclo maduro, para garantir a máxima retenção de dióxido de carbono e garantir o tempo de reflorestação. Se efetuado de forma consciente, é garantido o constante repovoamento da floresta.</p>	<p>A desflorestação pode ser um problema grave, se não forem tomadas medidas de reflorestação na mesma quantidade do desbaste, prejudicando gravemente os nossos ecossistemas.</p>	<p>O uso sustentável da floresta consiste no uso de áreas florestais de forma a manter a biodiversidade para o presente e futuro, a nível local, nacional e global e que não prejudique os ecossistemas.</p>

● MATERIAIS DISTRIBUÍDOS NOS AÇORES

O Portal de Arquitetura e Construção Sustentável (PCS) desde a sua génese que reúne como parceiros empresas e entidades cujos produtos ou serviços que fornecem obedeçam aos 3 princípios base que caracterizam o PCS:

- Serem produtos não poluentes e inócuos à saúde humana;
- Não serem provenientes de petróleo (sempre que não se justifique e que haja alternativas);
- Contribuírem para o desenvolvimento sustentável.













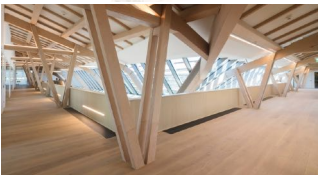



Entendidos como indispensáveis para contribuir para um ambiente construído com qualidade e, conseqüentemente, mais sustentável.

Pelo que desenvolveu uma base de dados de ecoprodutos das empresas parceiras.

Neste sentido divulgam-se aqui os ecoprodutos em distribuição nos Açores.

TABELA 7 • Materiais para a construção distribuídos nos Açores

EXEMPLOS	ECOPRODUTO	DISTRIBUIDOR	ILHAS	EMPRESA	LOGÓTIPO
	Sanitários, torneiras e afins	Vários	S. Miguel Terceira Faial Santa Maria	Sanindusa	
	Placas de gesso	Vários	Todas	Gyptec	
	Caixilharias em alumínio: SlimPatio 68 SlimLine 38	Vários	Todas	Reynaers	
	Argamassas e rebocos Isolamento ETICS em cortiça	Vários	Todas	Fassa Bortolo	
	Acessórios para coberturas Coberturas	Vários	Todas	Fibrolite	
	Caixilharias em fibra de vidro	Vários	Todas	Boavista	
	Recolha e tratamento de águas	Vários	Todas	Premiertech	
	Portaro segurança Portaro entrada	Vários	Todas	Vicaima	
	Rocksate Duo Plus Ventirock Duo	Furnas e Companhia	Todas	Rockwool	
	Climatização Águas Quentes Sanitárias Painéis Solares Térmicos	Vários	Todas	Vulcano	

EXEMPLOS	ECOPRODUTO	DISTRIBUIDOR	ILHAS	EMPRESA	LOGÓTIPO
	Revestimentos	Vários	Todas	Goma by Flowco	
	Subtelha	Vários	Todas	Euronit	
	Isolamento Coberturas verdes	Vários	Todas	Knauf Insulation	
	Instalações elétricas	Electro Requetim, SA	São Miguel Terceira	OBO	
	Reabilita cal ac Reabilita cal rb Reabilita cal ac fino Reabilita rr 20 nhl5	CGA, Lda	São Miguel	Secil TEK	
	Estruturas alternativas Mobiliário de exterior	Vários	Todas	Extruplás	
	Rotor serie programador Bocais rotativos ajustáveis Serie WPX - programador	Vários	Todas	Rain Bird	
	Argamassas	Vários	Todas	Kerakoll	
	Estrutura Revestimento	Vários	Todas	Globaldis	
	Isolamento interior fachadas ventiladas	Vários	Todas	Volcalis	

2.2. ORIENTAÇÃO SOLAR E DESIGN PASSIVO

A orientação solar de um edifício não é mais do que o seu posicionamento relativamente ao sol, de forma a dele tirar partido para climatização e iluminação. Utilizar uma fonte de energia inesgotável e completamente gratuita, como é o sol, para suprir necessidades de aquecimento e arrefecimento num edifício é um maior contributo para a descarbonização e poupança energética no sector dos edifícios. No que se refere às técnicas passivas de construção, salientamos os seguintes pontos:

- A altura, a extensão e inclusivamente as cores das casas devem ser planeadas antes da sua construção para aproveitar ao máximo a energia.
- Os edifícios têm uma forma compacta para reduzir a sua superfície, com as janelas principais voltadas para a linha do equador a fim de maximizar a energia solar passiva.
- Os materiais exteriores da casa (paredes, portas, telhados, etc.) devem estar muito bem isolados para evitar perdas por transferência de calor.
- Os sistemas de ventilação garantem que o calor do ar que sai através da ventilação seja transferido para o ar fresco que entra por meio de um permutador térmico, evitando perdas térmicas.
- O uso da água e vegetação é fundamental nas latitudes mais quentes: árvores, trepadeiras, jardins verticais, telhados verdes e outras técnicas são utilizadas para reduzir o calor do sol.
- A ausência de pontes térmicas é primordial: bordas, cantos e juntas devem ser executados com cuidado para evitar as perdas de calor através dessas pontes.
- O conforto higrotérmico pode ser conseguido controlando de forma eficaz as correntes de ar, a evaporação por causa do sol ou reduzindo a condensação, especialmente em climas quentes.

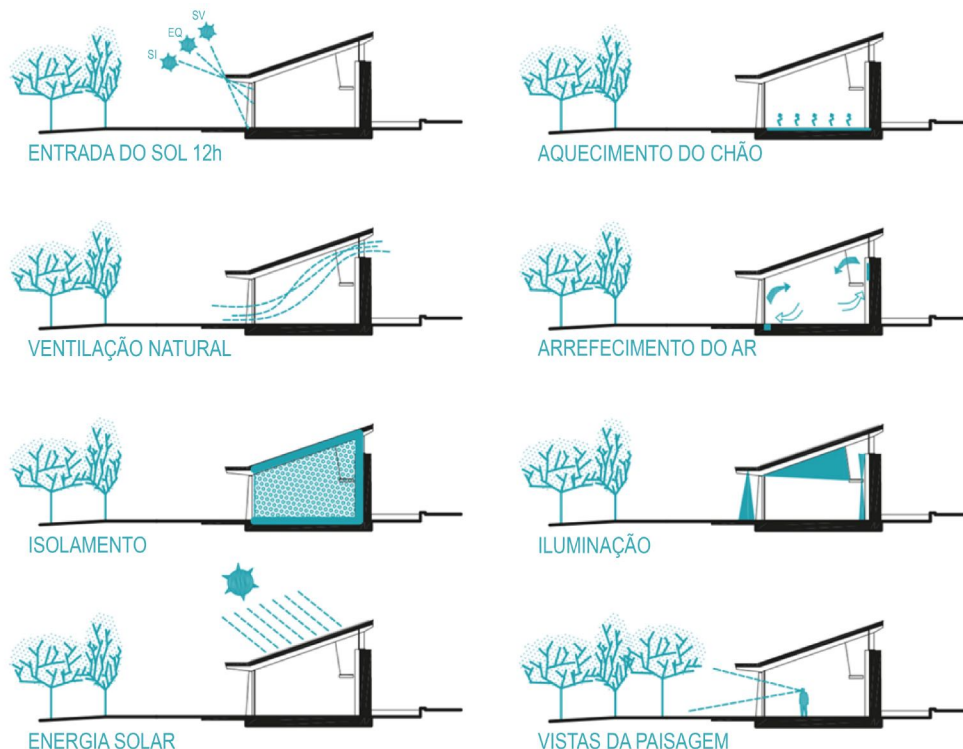


FIGURA 20 • Estratégias passivas

2.3. CONFORTO TÉRMICO

De forma a assegurar os objetivos de redução das emissões de CO₂ associadas aos consumos energéticos dos edifícios na União Europeia, Portugal tem vindo a adaptar a sua legislação no sentido de implementar requisitos mínimos de desempenho energético aplicáveis a edifícios novos, ou a obras de grande renovação.

Desde 2006, as exigências de qualidade térmica da envolvente e eficiência dos equipamentos tem vindo a aumentar, como mostra a figura seguinte:

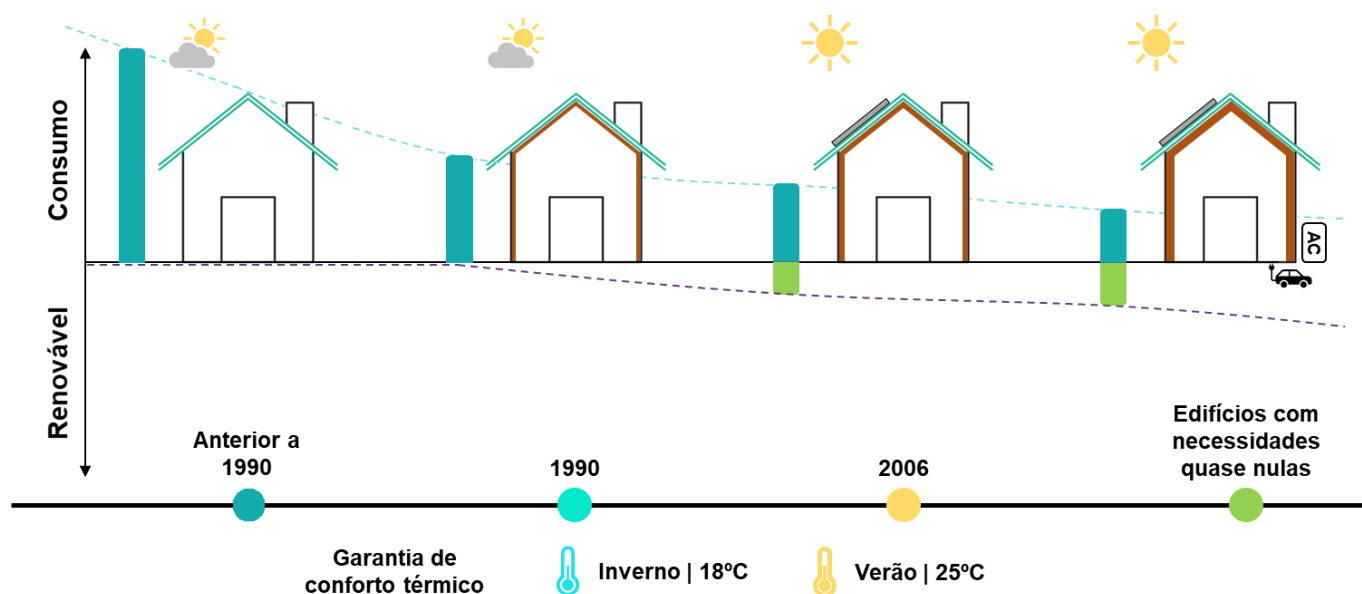


FIGURA 21 • Evolução dos edifícios ao longo dos anos (Adaptado de: ADENE)

Sendo que desde 2021 todos os edifícios novos, ou sujeitos a grande intervenção, têm que ter necessidades energéticas quase nulas, os chamados NZEB (do inglês “near zero energy buildings”).

Os NZEB são edifícios que garantem o conforto térmico, e a qualidade do ar interior, apenas com soluções construtivas otimizadas, tendo pouca ou nenhuma necessidade de recorrer a equipamentos de climatização. Paralelamente, a energia que venham a consumir deve ser preferencialmente de origem renovável.

O Sistema de Certificação Energética, SCE, adaptado às especificidades da Região Autónoma dos Açores, regula o cumprimento destes objetivos que conduzem, mas não se limitam, à emissão do Certificado Energético do edifício ou fração.

Por outras palavras, os edifícios novos, ou sujeitos a grande renovação, devem assegurar o conforto térmico (temperaturas de 18°C no inverno e 25°C no verão), com um consumo energético baixo e maioritariamente de origem renovável.

Para o conseguir, a legislação indica quais os requisitos de comportamento térmico dos pavimentos, paredes, coberturas (envolvente opaca) e janelas (envolvente envidraçada).

Estes são diversos para as várias regiões climáticas do Continente e Regiões Autónomas. No caso do Açores, a Portaria n.º 138-I/2021 indica os seguintes valores máximos para o coeficiente de transmissão térmica (U) da envolvente opaca.

TABELA 8 • Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de habitação - Região Autónoma dos Açores, $U_{\text{máx}}$ [W/(m².°C)]

REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES			ZONA CLIMÁTICA		
TIPO DE ELEMENTO	CONDIÇÃO DE FRONTEIRA		I1	I2	I3
ZONA CORRENTE DA ENVOLVENTE E PTP	VERTICAIS	exterior ou interior com $b_{\text{ztu}} > 0,7$	1,75	1,6	1,45
		interior com $b_{\text{ztu}} \leq 0,7$	2,00	2,00	1,9
	HORIZONTAIS	exterior ou interior com $b_{\text{ztu}} > 0,7$	1,25	1,00	0,90
		interior com $b_{\text{ztu}} \leq 0,7$	1,65	1,30	1,20

O mesmo diploma apresenta os valores a cumprir para os diversos parâmetros da envolvente envidraçada, bem como os requisitos relativos aos sistemas técnicos: ventilação, climatização, aquecimento de água, iluminação, produção de energia elétrica, automatização, elevação e carregamento de veículos elétricos.

Como referência, recomenda-se a utilização dos seguintes valores para os coeficientes de transmissão térmica da envolvente, retirados do Manual do SCE, Despacho n.º 6476-H/2021 e que são semelhantes aos constantes na Tabela I.05B da Portaria n.º 379-A/2015 que definia os valores máximos admissíveis na anterior legislação.

TABELA 9 • Coeficientes de transmissão térmica de referência em edifícios de habitação

U_{ref} [W/(m ² .°C)]		ZONA CLIMÁTICA					
ENVOLVENTE		PORTUGAL CONTINENTAL			REGIÕES AUTÓNOMAS		
		I1	I2	I3	I1	I2	I3
CONDIÇÃO DE FRONTEIRA EXTERIOR OU INTERIOR COM $b_{\text{ztu}} > 0,7$	Elementos opacos verticais	0,50	0,40	0,35	0,70	0,60	0,45
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30	0,45	0,40	0,35
CONDIÇÃO DE FRONTEIRA INTERIOR COM $b_{\text{ztu}} \leq 0,7$	Elementos opacos verticais	0,80	0,70	0,60	0,90	0,80	0,70
	Elementos opacos horizontais	0,60	0,60	0,50	0,70	0,70	0,60
VÃOS ENVIDRAÇADOS		2,80	2,40	2,20	2,80	2,40	2,20
ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO		0,50			0,50		

Ainda não foi publicada legislação regional que transponha o Decreto-Lei 101-D/2020 pelo que se continua a aplicar na RAA o Decreto Legislativo Regional n.º 4/2016/A, de 2 de fevereiro.

2.4. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS PARA A ENVOLVENTE DOS EDIFÍCIOS

A arquitetura bioclimática e as construções eficientes oferecem benefícios tanto para as empresas construtoras quanto para os seus utilizadores, assim como para a preservação do ambiente e da sociedade no seu conjunto, proporcionando:

- Economia nos consumos graças a uma melhor gestão da energia e integração na envolvente;
- Excelente conforto térmico uma vez que mantém as temperaturas constantes em qualquer clima e estação;
- Redução da pegada de carbono ao minimizar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e da pegada hídrica ao otimizar o consumo de água;
- Redução da poluição sonora através do uso de isolamento acústico;
- Melhoria dos hábitos de vida sustentáveis ao conseguir um uso racional da energia e demais recursos;
- Aposta na inovação ao utilizar instalações como as energias renováveis, redutores de caudal ou o autoconsumo elétrico;

Recomendamos assim várias soluções construtivas para a RAA, no sentido de redução da pegada ecológica de um edifício e de o tornar mais amigo do ambiente e próximo da norma de Construção de Carbono Zero, no sentido da transição para a descarbonização.

● PAREDES DUPLAS COM CAIXA-DE-AR

As paredes duplas com caixa-de-ar vazia podem e devem ser preenchidas em qualquer momento, reduzindo assim a perda de calor até 60%. O custo aproximado de isolamento de uma parede oca com 5 cm de caixa-de-ar é cerca de 8€ por m², que é recuperável em aproximadamente 2 anos, com a poupança de energia gerada.

A instalação de isolamento nas paredes vazias é um trabalho a ser feito por um especialista e deve ser adjudicado através de contrato de trabalho a um técnico devidamente certificado e qualificado para o efeito, para proporcionar a devida garantia.

● ADEQUAÇÃO DAS CAIXAS-DE-AR

Nem todas as paredes com caixa-de-ar se podem preencher com isolamento. Há casos em que a caixa-de-ar se encontra obstruída por uma execução defeituosa. Nestes casos o melhor é tratá-la como uma parede simples.

Regras para as caixas-de-ar: A boa prática recomendada pelo PCS no que se refere a eficiência energética, para as paredes com caixa-de-ar oca, é preenchê-las com isolamento projetado, podendo neste caso ser realizado por um sistema composto por fibras de vidro reciclado, não combustíveis e inorgânicas, e por uma emulsão adesiva sintética à base de água (classificada como não perigosa).

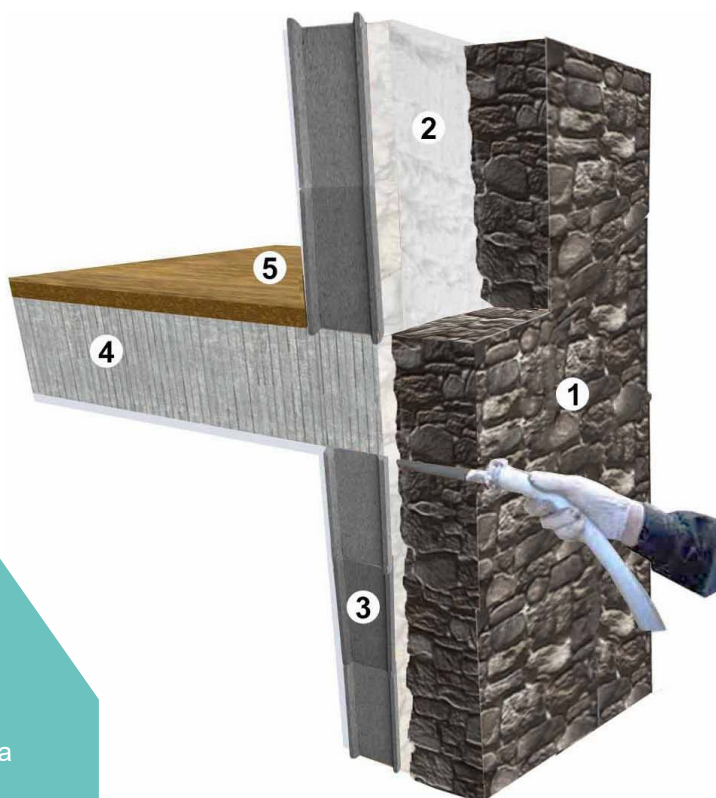
Este sistema é adequado para qualquer estrutura existente, assegurando um isolamento contí-

nuo sem pontes térmicas ou acústicas, e tem uma inércia térmica acima da média.

Contudo se se alterar a superfície interior, também vale a pena pensar em colocar uma placa de gesso laminado sobre um isolamento para melhorar o comportamento térmico.

Considera-se uma boa prática preencher as caixas-de-ar, quando se realizam as seguintes atividades:

- Reparação do reboco exterior e/ou interior;
- Fechar um terraço;
- Substituir um sistema de aquecimento (pois pode permitir o desenho de um sistema mais pequeno e provavelmente mais económico).



LEGENDA

- 1 • Pedra de basalto
- 2 • Espuma de isolamento biológica
- 3 • Blocos da região
- 4 • Laje de betão
- 5 • Pavimento em madeira

FIGURA 22 • Enchimento de caixa-de-ar através de furos na parede

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA, PREENCHIDA COM ISOLAMENTO ECOLÓGICO PROJETADO (REABILITAÇÃO)	PAREDE EM BASALTO	CAIXA-DE-AR	BLOCOS DA REGIÃO	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	30	4	10	0,52

● PAREDES SIMPLES

As paredes de uma folha podem-se isolar interna ou externamente. Uma parede de tijolo convencional de 30x20x22 mm com placa de gesso no interior tem um valor aproximado de U de 1,29 [W/(m².°C)]. A mesma parede com isolamento em placa Gypcork® (placa de gesso e ICB) no interior passa a ter um valor aproximado de U de 0,55 [W/(m².°C)].

Isolar uma parede simples conforme as boas práticas poderá significar uma poupança entre 250€ a 300€ por ano em aquecimento.

● ISOLAMENTO PELO INTERIOR

A forma de gerar mais economia é sem dúvida a de incluir o isolamento nas paredes no plano de reabilitação. É uma falsa questão instalar um sistema de aquecimento central sem isolar as paredes. Os principais sistemas de isolamento pelo interior são:

- Isolamento aplicado isoladamente sob acabamento;
- Isolamento em placa composta: Gypcork®;
- Aplique uma argamassa que sele qualquer orifício que possa existir na parede para reduzir as perdas;
- Instale as soluções mecânicas, de acordo com as recomendações do fabricante;
- O isolamento deverá contornar todos os vazios e saliências junto de janelas e portas;
- Pode colocar-se qualquer acabamento sobre o gesso laminado, respeitando as recomendações do material.



LEGENDA

- 1 ● Laje de betão
- 2 ● Pavimento em madeira sobre isolamento
- 3 ● Isolamento pelo interior Gypcork®
- 4 ● Pedra de basalto

FIGURA 23 ● Isolamento aplicado pelo interior

SOLUÇÃO DE PAREDE EXTERIOR, ISOLADA PELO INTERIOR COM GYPCORK® (REABILITAÇÃO)	PAREDE EM BASALTO	Placa composta Gypcork®	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	30	7,3	0,51

VANTAGENS DO ISOLAMENTO PELO INTERIOR

- É mais económico que isolar pelo exterior;
- Mantem-se a aparência da fachada;
- A parede interna aquece mais depressa;

- É mais fácil de instalar e manter que o isolamento pelo exterior.

DESVANTAGENS DO ISOLAMENTO PELO INTERIOR

- Há que avaliar as pontes térmicas com atenção;
- A colocação junto a elementos pesados requer fixações específicas;
- Pode proporcionar a redução de espaço indesejável no caso de habitações pequenas;
- Os rodapés, sancas, aros de portas e janelas, apliques de parede, tem de ser retirados;
- É incómodo para os ocupantes.



FIGURA 24 ● Fixação da placa Gypcork®

● ISOLAMENTO PELO EXTERIOR (SISTEMA ETICS)

O isolamento pelo exterior pode ser a forma mais dispendiosa, do ato de isolar. Mas para as construções que necessitem de uma reparação periódica do isolamento, ou quando é necessária uma reparação grande (para reparar infiltrações graves, prevenindo a entrada de chuva, por exemplo), o custo acrescido de colocação do isolamento exterior pode não ser tão significativo. Principalmente se se considerarem as vantagens acrescidas no que se refere à posterior melhoria do comportamento energético do edifício. Importa salientar que a instalação e o dimensionamento dos sistemas de isolamento pelo exterior é um trabalho que deve ser realizado por especialistas.

Uma vez que o isolamento colocado pelo exterior e seus componentes são comuns a todos os sistemas de reboco húmido, os resultados normalmente dependem da espessura utilizada para o isolamento e da qualidade do reboco. O sistema ETICS apresenta vantagens no caso de edifícios com isolamento térmico insuficiente, infiltrações ou aspeto degradado. Além disto, pode diminuir o risco de ocorrência de condensações, tratando de certo modo as pontes térmicas.

Têm sido desenvolvidos diversos sistemas de isolamento térmico de fachadas pelo exterior que são de utilização corrente em diversos países europeus, quer na reabilitação de edifícios, quer

em novas construções. Estes sistemas constituem uma ótima solução, tanto do ponto de vista energético como do ponto de vista construtivo.

De um modo geral, os sistemas de isolamento pelo exterior são constituídos por uma camada de isolamento térmico aplicada sobre o suporte e um paramento exterior para proteção, em particular, das solicitações climáticas e mecânicas.

RECOMENDAÇÃO PCS

Deve confirmar com o instalador os detalhes de união do isolamento com as calhas, algerozes e bordas dos telhados, os vazios de portas e janelas e outros detalhes. Deve igualmente confirmar se existe permissão do município para alterar a fachada.

VANTAGENS DO ISOLAMENTO PELO EXTERIOR:

- Pode-se aplicar com o edifício ocupado;
- Evitam-se as pontes térmicas, exceto em casos em que há varandas;
- Grande variedade de soluções de acabamento;
- Pode-se utilizar para revitalizar e modernizar o edifício, alargando a sua vida útil.

DESVANTAGENS DO ISOLAMENTO PELO EXTERIOR

- Pode alterar muito o aspeto exterior da fachada;
- Pode ser vulnerável a danos por impacto;
- As zonas vulneráveis necessitam de proteção.

LEGENDA

- 1 ● Isolamento em cortiça
- 2 ● Laje de betão
- 3 ● Blocos da região
- 4 ● Pavimento
- 5 ● Acabamento

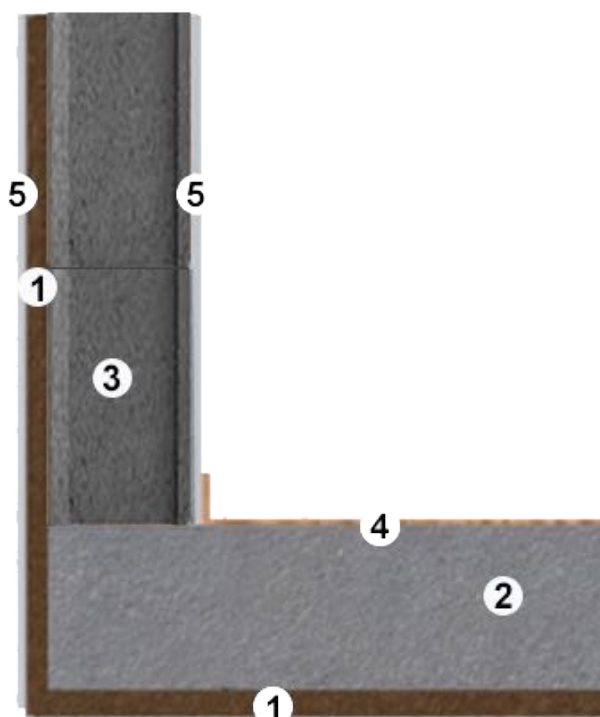


FIGURA 25 ● Isolamento pelo exterior - Sistema ETICS (na parede)

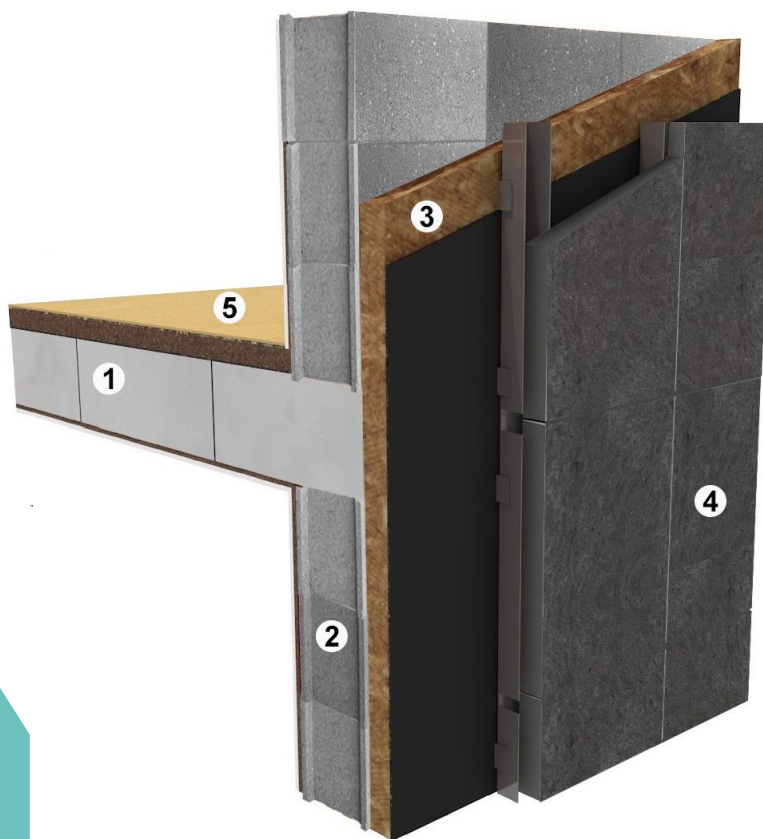
SOLUÇÃO DE PAREDE EXTERIOR ISOLADA COM SISTEMA ETICS (CORTIÇA)	ISOLAMENTO	BLOCOS DA REGIÃO	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	6	20	0,48

RECOMENDAÇÃO PCS

A laje deve ser isolada por baixo, e pode ainda colocar-se uma caixa de ar, para impedir a humidade por capilaridade.

● ISOLAMENTO PELO EXTERIOR EM FACHADA VENTILADA

O acabamento exterior de um edifício deve ser colocado sobre o isolamento (em fachadas isoladas pelo exterior). No caso de fachadas ventiladas, o acabamento é fixado mecanicamente. Este tipo de fachada é considerado uma solução construtiva sustentável uma vez que alia inovação e eficiência energética auxiliando na melhoria do conforto térmico, já que é capaz de reduzir entre 30% a 50% do consumo de energia de um edifício. Outra vantagem é podermos utilizar materiais de acabamento da própria região, como é o basalto.



LEGENDA

- 1 ● Laje de betão
- 2 ● Blocos da região
- 3 ● Isolamento em lã mineral com tela de impermeabilização
- 4 ● Revestimento em pedra de basalto
- 5 ● Pavimento em madeira

FIGURA 26 ● Isolamento pelo exterior em fachada ventilada

SOLUÇÃO DE PAREDE EXTERIOR EM FACHADA VENTILADA (REABILITAÇÃO)	REVESTIMENTO EM BASALTO	ISOLAMENTO LÃ MINERAL	BLOCOS DA REGIÃO	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	5	6	20	0,45

● PAVIMENTOS

As perdas de energia através do solo exposto dependem essencialmente do tamanho e da forma, do tipo de pavimento e da condutividade da solução construtiva. A perda de calor é maior nas extremidades, pelo que a forma é o mais importante. Num conjunto de moradias contíguas, as perdas variam, por exemplo, entre uma moradia com terraço e uma com um sótão. Projetar com um valor U comum suporia recomendar uma espessura de isolamento e acabamento diferente para cada caso. O que não é prático. É mais fácil projetar para um valor de R do que para um valor de U.

RECOMENDAÇÃO PCS

As perdas de calor através do solo podem ser reduzidas até 80% colocando isolamento.

- Isolamento sobre a laje. Se o isolamento for colocado sobre a laje a habitação aquece mais depressa com o aquecimento ligado. A impermeabilização deve ser colocada logo em cima da laje.
- Isolamento sob a laje. É a opção ideal numa habitação orientada a sul. A laje sem qualquer isolamento na superfície absorve o calor e limita o sobreaquecimento.

● PAVIMENTOS ISOLADOS PELO EXTERIOR

Sempre que os pavimentos se encontrem expostos a locais não aquecidos, e se opte pelo isolamento pelo exterior, deve isolar-se tanto a parte em contacto com a zona não aquecida como o contorno de toda a estrutura, nos vários casos, como se indica nas imagens a seguir.

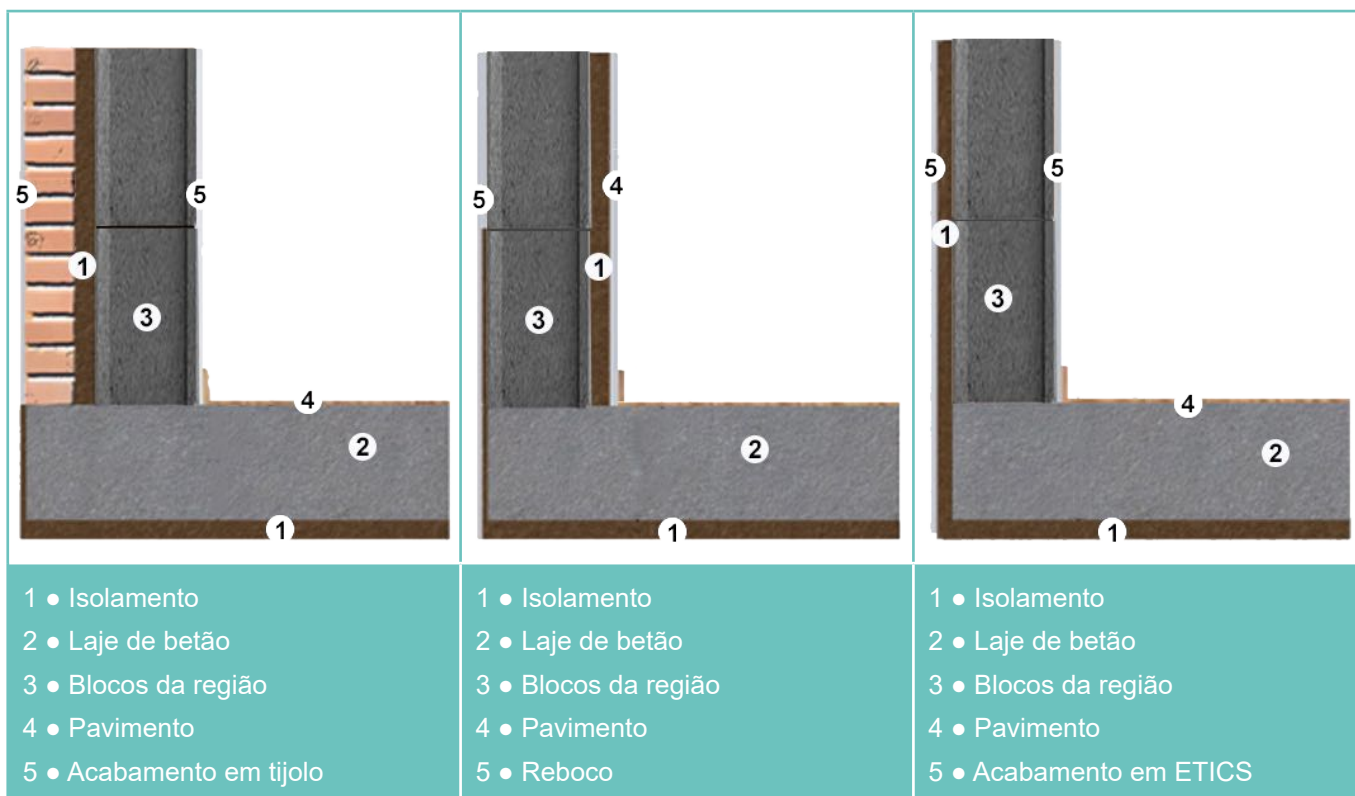


FIGURA 27 ● Soluções de isolamento de pavimentos pelo exterior

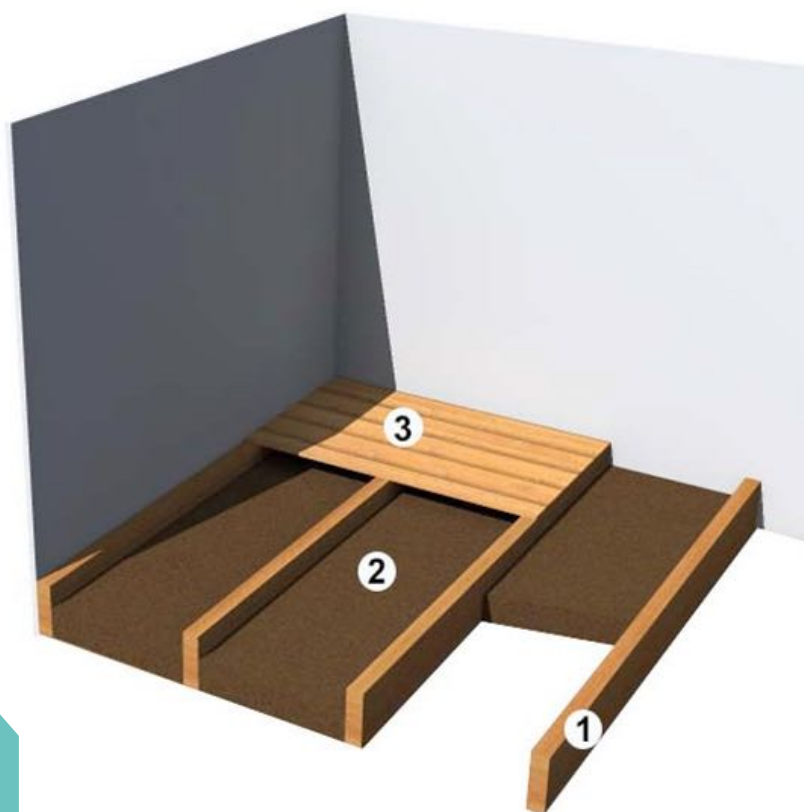
Deve ter-se sempre em conta a solução de reabilitação adequada a cada caso de ponte térmica.

● PAVIMENTOS EXISTENTES

Quando se mantém o soalho, a única opção possível é instalar o isolamento e um novo soalho por cima. Deve, no entanto, ter-se em atenção o revestimento de escadas e os aros das portas. Com uma espessura de isolamento de 60 a 100 mm é possível obter bons resultados. Quando se troca de soalho, temos oportunidade de incorporar o isolamento. Sempre que possível devemos manter o mesmo nível, o anterior à reparação, de forma a evitar alturas desiguais ou desajustadas em portas e escadas.

● PAVIMENTOS SOBRE ESTRUTURA DE MADEIRA

O isolamento deverá cobrir completamente o espaço entre as vigas e ter a mesma profundidade que as mesmas. Se houver um espaço habitado sobre este, é possível instalar facilmente o isolamento, a partir da sua parte inferior. Quando não há acesso por baixo, a única forma de isolar é desmontando o pavimento e colocando um novo.



LEGENDA

- 1 ● Viga estrutural em madeira
- 2 ● Isolamento natural (cortiça)
- 3 ● Pavimento em madeira

FIGURA 28 ● Isolamento de pavimento

● CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

Durante décadas, o betão, que é o material de construção por excelência para estruturas, ofereceu-nos a possibilidade de moldar as nossas cidades de forma rápida e eficaz, expandindo-se rapidamente e atingindo alturas antes impensáveis pela humanidade. Atualmente, novas tecno-

logias de madeira começam a oferecer oportunidades semelhantes, e até mesmo superiores, às oferecidas pelo betão, incluindo a madeira laminada cruzada (também denominada Cross Laminated Timber ou CLT). Esta solução é muito usada com madeira de Criptoméria, pelas suas excelentes características.



FIGURA 29 • CLT - Cross Laminated Timber

A construção em madeira, pode ser em madeira laminada colada ou em CLT. A laminada é o resultado da união de tábuas (ou lâminas) para formar uma única unidade estrutural, gerando elementos lineares, curvos ou retos, mas sempre lineares. Com a CLT, no entanto, a união de tábuas em camadas perpendiculares permite a fabricação de placas ou superfícies, ou seja, paredes. É um contraplacado feito de tábuas que permite alcançar dimensões enormes: entre 2,40 m e 4,00 m de altura, e até 12,00 m de comprimento, ou mais, se necessário. Devido à orientação transversal de cada uma das suas camadas longitudinal e transversal, os graus de contração e dilatação da madeira ao nível dos painéis são reduzidos ao mínimo, enquanto a carga estática e a estabilidade da forma são consideravelmente melhoradas.

A Madeira Laminada Cruzada começou a ser fabricada na Áustria, com o objetivo de reutilizar as madeiras de valor reduzido. Atualmente, no entanto, o uso da madeira, em geral, está a tornar-se um fator relevante na indústria da construção devido ao seu menor impacto ambiental. A construção mais comum ainda é o betão, mas a sua pegada ecológica é enorme se comparada à madeira. Para a produção de 1m³ de betão é emitido para a atmosfera uma tonelada de CO₂. Enquanto, com o CLT, o "carbono sequestrado" é usado, uma vez que a árvore, à medida que cresce, alimenta-se de carbono. Portanto, apesar de toda a energia usada no processo de extração e fabrico, a madeira nunca corresponderá à quantidade de carbono que ela mantém "sequestrada". No entanto é necessário que sejam preservadas as florestas de Criptoméria e que estas não sejam desbastadas sem o critério fundamental de sustentabilidade: reflorestar na mesma medida do abate.

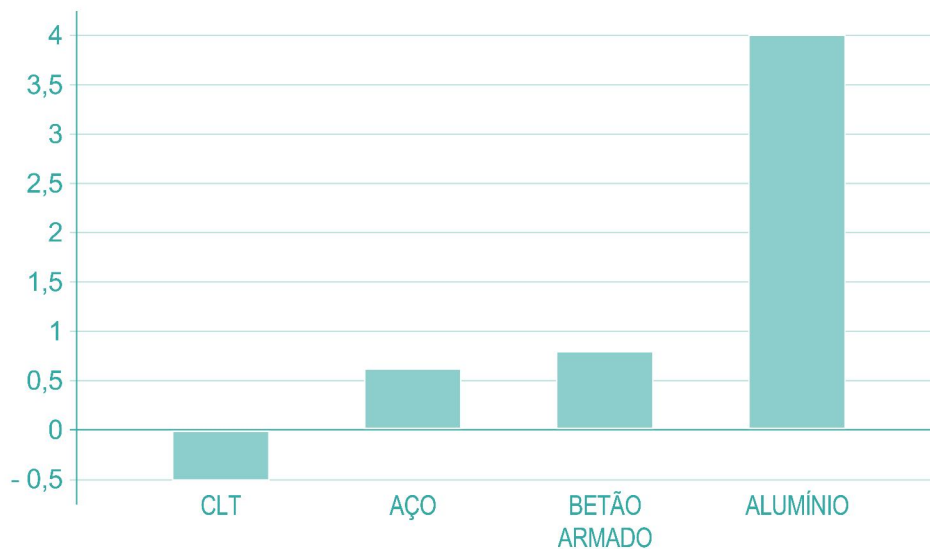


FIGURA 30 • Comparação das várias soluções construtivas em termos de consumo de energia (GJ/m²) para sua elaboração e produção.

Em relação ao seu comportamento a nível estrutural, o CLT, já começa a ser apelidado de “betão do futuro” uma vez que fornece, pelo menos, a mesma resistência estrutural do betão armado. A madeira de Criptoméria usada no CLT, oferece uma trabalhabilidade enorme e para desmontar, é necessário que passe por grandes deformações, curiosamente, ao contrário do betão. Por outro lado, 1 m³ de betão pesa aproximadamente 2,7 toneladas, enquanto 1 m³ de CLT pesa apenas 400 kg, proporcionando a mesma resistência.

Quanto às suas propriedades físicas, para conseguir o mesmo grau de isolamento que uma parede de CLT de 100 mm de espessura, por exemplo, seria necessário construir uma parede de betão com 1,80 m de espessura (relação de 1/18).

Em relação ao seu comportamento ao fogo, temos também boas notícias, uma vez que a propagação de fogo na madeira avança a uma taxa de 0,7 a 0,8 milímetros por minuto. Se uma parede de CLT tiver 100 mm, acabaria sendo consumida depois de mais de 2 horas, mesmo se falamos de madeira não tratada. Este processo de carbonização é a reação natural da árvore para se proteger.



FIGURA 31 • Paredes estruturais em CLT

No entanto, a humidade e o clima são alguns dos inimigos mais importantes da madeira. A madeira no exterior sofre. E como a CLT é um componente estrutural, devemos protegê-lo para evitar o desgaste, corrosão e colapso. Mas é possível agregar outras camadas de revestimento à madeira, como fibrocimento, tijolos, pedra ou outros, e caso a queiramos manter à vista, há uma série de proteções e acabamentos que efetivamente a protegem, como óleos vegetais (interno) e tintas minerais (externo), aplicando-se em uma única camada a cada 5 anos, garantindo até 25 anos de proteção sem fendilhamento ou descoloração. Estes produtos, inodoros e de alto desempenho, podem ser aplicados por qualquer pessoa, seguindo as instruções básicas e tomando os cuidados necessários.

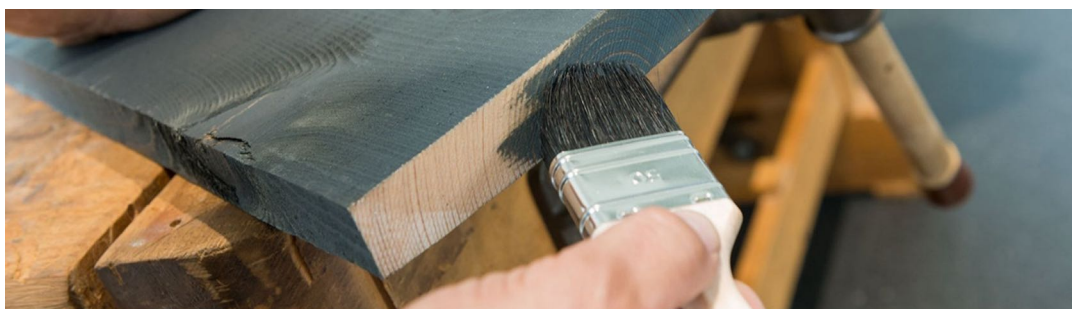


FIGURA 32 • Exemplo de acabamento para madeiras

Quando uma obra começa a ser fabricada em CLT, tudo é completamente decidido e determinado na fábrica, e não é possível fazer ajustes no local. Esta, é uma das grandes vantagens do CLT, economiza muito tempo em obra, por ser tudo pré-fabricado. As peças em CLT, quando bem dimensionadas, comportam-se com uma precisão incrível, trabalhando com margens de erro de 2 milímetros.

Enquanto a fase de projeto pode demorar mais, a montagem é muito rápida, por exemplo, uma casa de 200 m², pode levar 5 dias a montar e a ocupar uma força de trabalho muito reduzida em recursos humanos (cerca de 4 pessoas).



FIGURA 33 • Exemplo de parede pré-fabricada em madeira de criptoméria com isolamento em la mineral



FIGURA 34 • Apoiado sobre estrutura de aço

Em relação às normas, há na Europa regulamentações que guiam o projeto e o trabalho de construção com a CLT e é essencial entender que todo o processo prévio à construção em CLT, o desenho, planeamento e colaboração permanente entre os diferentes atores é fundamental, uma vez que a própria construção será realizada conforme definido nas etapas em projeto e em fábrica.



LEGENDA

- 1 • Revestimento em pedra de basalto
- 2 • Isolamento em lã mineral com tela de impermeabilização
- 3 • CLT em criptoméria

FIGURA 35 • Solução com estrutura de CLT com fachada ventilada

Durante o fabrico, o CLT deve ser feito com madeira estrutural, conhecendo o grau estrutural de cada placa, já que a qualidade do painel será o resultado da qualidade da madeira utilizada.

Além disso, é necessário considerar que a alta precisão da CLT deve poder ser combinada com as fundações que a receberão, evitando, por exemplo, lajes de betão que apresentem imperfeições. Mesmo variações milimétricas podem gerar posteriores problemas durante a instalação.

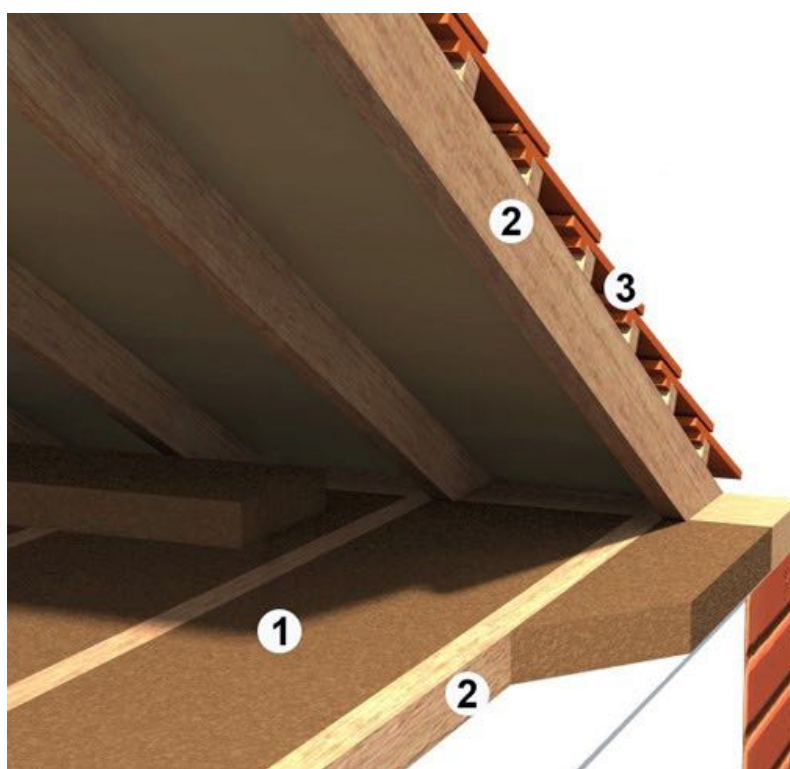
Atualmente, os painéis em CLT permitem a construção de edifícios até 30/40 andares. Talvez dentro de alguns anos as nossas cidades estejam inundadas pelo calor e textura da madeira, mudando também a forma como o desenho e a construção das nossas obras são concebidos.

Devemos salientar que a floresta de Criptoméria que cresce nos Açores, deve ser usada apenas nos Açores, por todas as questões de sustentabilidade inerentes.

● COBERTURAS INCLINADAS NÃO HABITADAS

Este tipo de coberturas são as mais fáceis de isolar e com melhores resultados. Nestes casos, a envolvente térmica define-se pela separação horizontal, pelo que é aqui que devemos isolar.

Se a estrutura é leve, metálica ou de madeira, coloca-se o material de isolamento em duas vezes, sobrepostas perpendicularmente: a primeira ocupando todo o espaço entre vigas e a segunda, da mesma espessura, no sentido perpendicular de forma a cobrir as vigas.



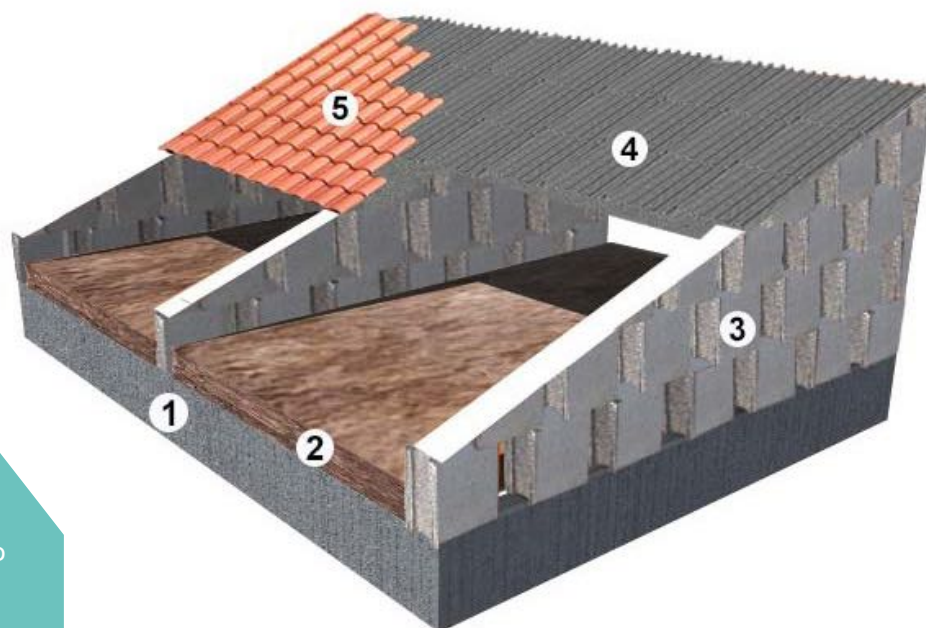
LEGENDA

- 1 ● Isolamento em cortiça
- 2 ● Viga estrutural em madeira
- 3 ● Telha cerâmica

FIGURA 36 ● Isolamento de cobertura inclinada não habitada com estrutura de madeira

Se a estrutura é pesada (betão com blocos da região, para criar pendentes) coloca-se o isolamento entre as paredes. Se houver possibilidade, instala-se outro pano de isolamento pela superfície inferior da laje, de modo a diminuir o efeito de ponte térmica provocada pelos blocos.

O isolamento destas zonas, custa em média cerca de 8 a 10 euros/m² o que é recuperável em 2 a 3 anos no máximo, se a zona isolada não tivesse qualquer isolamento prévio.



LEGENDA

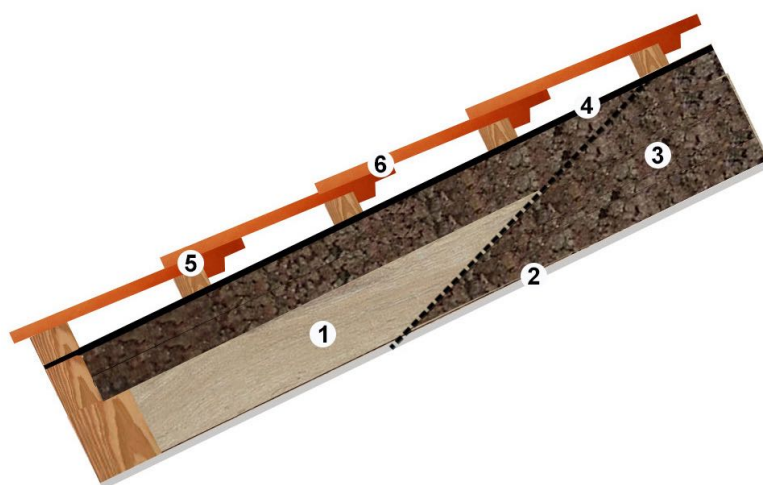
- 1 • Laje de betão
- 2 • Isolamento sobre a laje em lã mineral
- 3 • Blocos da região
- 4 • Subtelha em fibrocimento
- 5 • Telha cerâmica

FIGURA 37 • Isolamento de cobertura inclinada não habitada

● COBERTURAS INCLINADAS HABITADAS

Instala-se o isolamento ao nível da cobertura inclinada, imediatamente a seguir ao suporte das telhas (entre as vigas) ou por baixo das vigas (neste caso deve ter-se em conta a redução do pé direito livre).

Em qualquer dos casos devem-se ter em conta as condensações superficiais. Deve também dar-se atenção à localização de cozinhas e casas de banho. Os cabos elétricos devem ficar situados sobre o isolamento para evitar sobreaquecimentos. Todas as canalizações e depósitos, eventualmente, localizados no desvão de cobertura devem estar devidamente isolados. Se a estrutura é leve (metálica ou de madeira) o isolamento deve ser colocado em duas vezes, sobreposto na perpendicular: a primeira ocupando todo o espaço entre as vigas e a segunda, da mesma espessura, na perpendicular para cobrir as vigas.



LEGENDA

- 1 • Viga estrutural em madeira
- 2 • Painel em gesso
- 3 • Isolamento em cortiça
- 4 • Membrana de impermeabilização
- 5 • Sarrafo em madeira
- 6 • Telha cerâmica

FIGURA 38 • Isolamento de cobertura inclinada

Se a estrutura é pesada (betão) coloca-se o isolamento sobre a mesma. Para se obter uma boa prática no que se refere à eficiência energética, a espessura do isolamento deverá ser elevada

(80 mm ou mais), haverá casos em que pode ser interessante instalar outra camada de isolamento pelo lado inferior da laje de betão, em vez de uma só, muito espessa, pelo exterior.

● COBERTURAS PLANAS

O método preferido para isolar uma cobertura plana é situar a camada de isolamento por cima do plano da cobertura. O isolamento pode-se colocar logo sob a impermeabilização, numa cobertura plana do tipo tradicional. É mais económico adicionar isolamento, do que alterar toda a cobertura.

LEGENDA

- 1 ● Bloco da região
- 2 ● Laje de betão
- 3 ● Paineis de gesso com isolamento em cortiça
- 4 ● Membrana de proteção
- 5 ● Isolamento em lã mineral
- 6 ● Impermeabilização
- 7 ● Substrato com bagacina

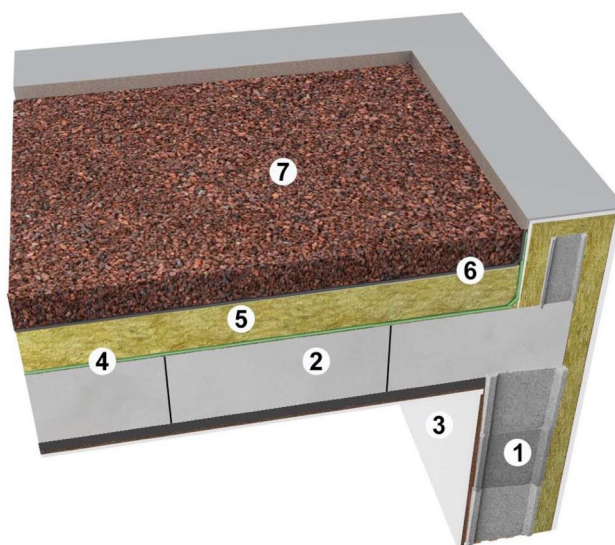


FIGURA 39 ● Isolamento de cobertura plana

● COBERTURAS VERDES (AJARDINADAS)



FIGURA 40 ● Cobertura ajardinada - Angra do Heroísmo - Terceira

Ao contrário do que muitas vezes se pensa, as coberturas ajardinadas são um elemento altamente protetor da impermeabilização. Se bem executada é uma enorme mais-valia para o am-

biente construído. A espessura do substrato, a colocação do isolamento, a drenagem e o tipo de plantas, devem ser devidamente dimensionadas. Assim é possível não só contribuir para um maior ambiente verde como para um conforto térmico, dentro do edifício, melhorado, pois por serem elementos naturais não permitem grandes flutuações de temperatura, mantendo o ambiente interior a uma temperatura de conforto constante.

LEGENDA

- 1 • Bloco da região
- 2 • Laje de betão
- 3 • Membrana de proteção
- 4 • Isolamento em cortiça
- 5 • Impermeabilização com proteção anti raízes
- 6 • Sistema de drenagem
- 7 • Filtro geotêxtil
- 8 • Substrato com bagacina
- 9 • Tapete de sedum

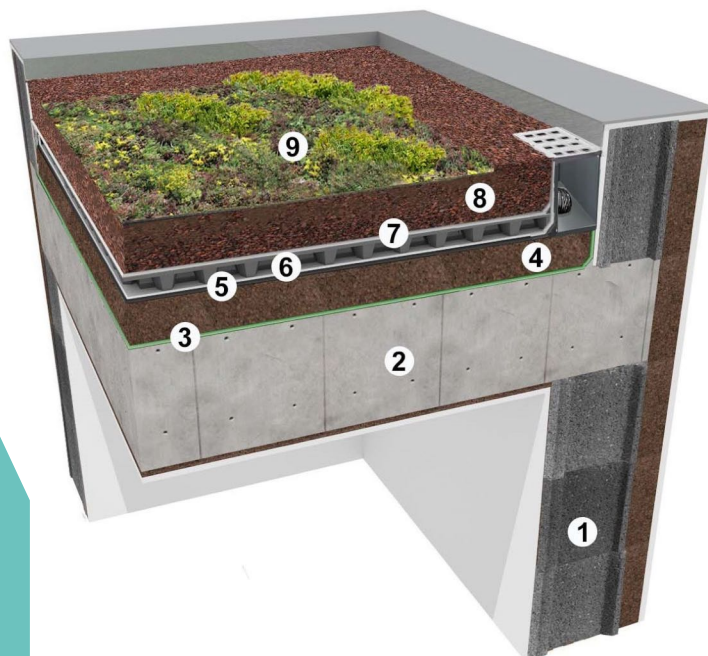


FIGURA 41 • Exemplo de uma cobertura realizada com materiais endógenos (bagacina), utilizando um isolamento natural, a cortiça, que também é distribuído no arquipélago.

Poucos elementos arquitetónicos são tão fundamentais como as coberturas verdes. Desde as formas mais básicas de cavernas e telhados de relva de estruturas antigas até aos modernos parques de telhados com milhares de metros, as coberturas verdes moldaram a arquitetura ao longo da história. No sentido mais básico, os telhados verdes são uma combinação estratificada de vegetação sobre um edifício que pode ajudar a isolar e fornecer gestão de água. Estes sistemas ajudam a mitigar o efeito ilha de calor, criam habitats, filtram poluentes, sequestram carbono e até aumentam o espaço agrícola e de recreio.

Há três tipos básicos de sistemas de coberturas verdes a considerar na conceção do projeto. É importante compreender a inclinação do telhado e qual a estrutura e o uso futuro ou duração de vida que está a considerar ao fazer esta escolha. O tipo de telhado está também ligado ao tipo de vegetação.

EXTENSIVO:

Estas coberturas verdes são utilizadas em áreas que estão fora do alcance e não são utilizados para outros fins. Normalmente incluem vegetação que as tornará de baixa manutenção e autossustentáveis. Os sistemas extensivos representam a forma mais próxima da natureza, e as plantas devem ser resistentes à seca e à geada, sendo ao mesmo tempo capazes de sobreviver ocasionalmente à falta de irrigação e à falta de nutrientes. Têm normalmente profundidades de substrato pouco profundas.

SEMI-INTENSIVO:

Este sistema requer alguma manutenção de vez em quando. Pode dizer-se que se situam entre

o extensivo e o intensivo, e normalmente incluem uma mistura de tipos de plantas.

SISTEMAS INTENSIVOS:

Como um tipo de cobertura que requer manutenção frequente, os sistemas intensivos podem ser pensados como jardins num telhado. Em contraste com um telhado verde extensivo, existem possibilidades quase ilimitadas no que diz respeito às plantas que podem ser utilizadas num sistema intensivo.

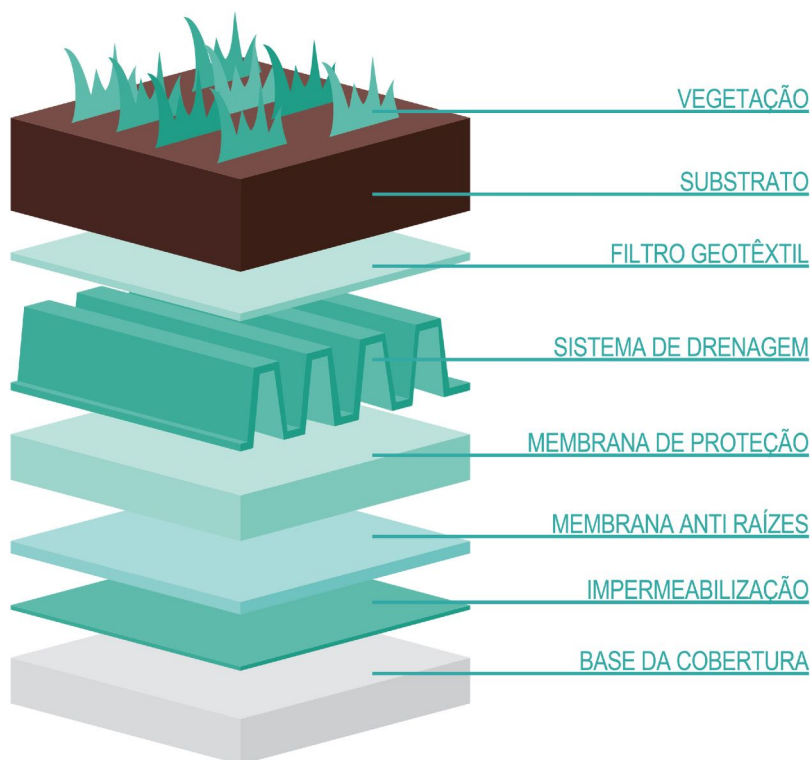


FIGURA 42 • Camadas base para coberturas ajardinadas (Adaptado de Architizer)

● JANELAS E PORTAS

A substituição de janelas e portas pode ter um impacto importante sobre as perdas de calor que se produzem no inverno e os ganhos solares indesejados que se produzem no verão. Também se produz um grande impacto proveniente da redução das perdas por infiltrações ao minimizar as correntes de ar. Pois são estes os elementos mais vulneráveis da envolvente dos edifícios, sendo responsáveis por um grande consumo de energia para aquecimento ou para arrefecimento. Cerca de 25 a 30% da energia utilizada para aquecimento, sai para o exterior através de janelas antigas ou de caixilharias ineficientes.

As janelas devem ser sempre instaladas por um instalador certificado e seladas na união caixilharia/parede (para reduzir as correntes e perdas de ar nesta união). Uma caixilharia dupla é uma boa opção quando a melhoria térmica deve ser significativa e é necessário manter a fachada do edifício. Também as fitas de isolamento que se vendem em lojas de bricolage não são caras e são fáceis de instalar, e podem melhorar bastante o conforto térmico e reduzir perdas de energia.

O comportamento térmico de uma janela depende de vários fatores, como o desenho, materiais utilizados e combinação dos componentes. Já existe em alguns países da EU, sistemas que comparam as prestações energéticas das janelas e portas. Por exemplo em Inglaterra o sistema, desenvolvido por BFRC5, permite comparar o comportamento térmico global das janelas. O sistema de qualificação baseia-se no fluxo total anual através da janela (kWh/m²/ano).

LEGENDA

- 1 • Pavimento exterior em madeira
- 2 • Solução ETICS com cortiça
- 3 • Bloco da região
- 4 • Pavimento interior
- 5 • Caixilharia
- 6 • Vidro
- 7 • Iluminação LED

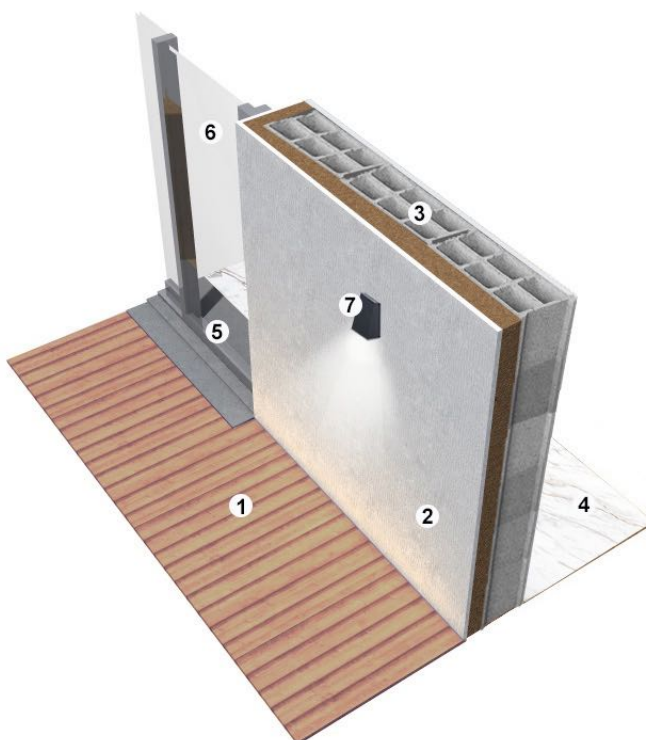


FIGURA 43 • Pormenor janela

As caixilharias mais indicadas para o clima dos Açores são as de Fibra de Vidro e as de Alumínio com corte térmico. Altamente resistentes, de comportamento térmico excelente e inócuas à humidade. As caixilharias em madeira são altamente apelativas: este é, sem dúvida, um dos pontos fortes das janelas de madeira. Trata-se de um material elegante e “quente”. Os materiais diretamente retirados da natureza, como a madeira ou a pedra, têm uma beleza única e irreproduzível. Ao mesmo tempo, as janelas de madeira podem ser transformadas se forem, por exemplo, pintadas com uma nova cor. A madeira é má condutora de calor, o que a torna um excelente material de isolamento.

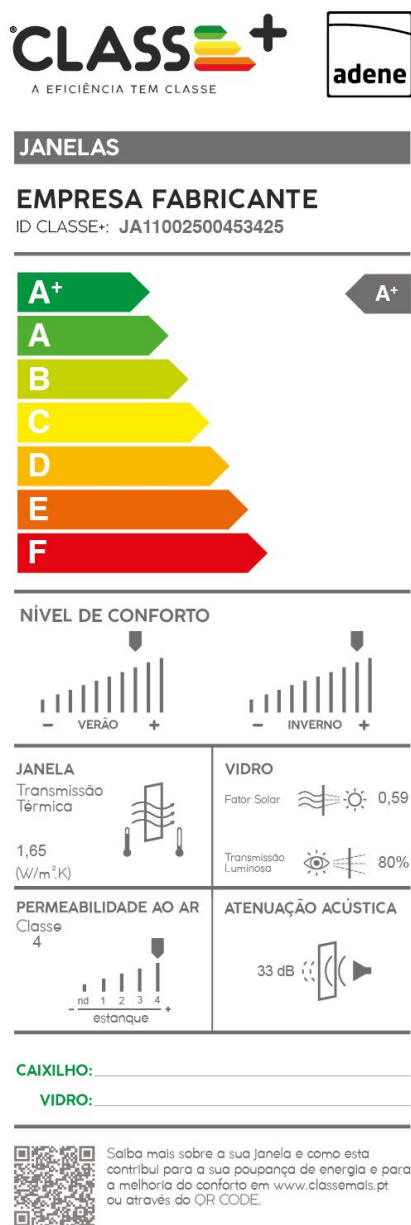


FIGURA 44 • Caixilho em criptoméria pintado de branco.

A madeira de criptoméria oferece grande qualidade e resistência. Quando bem fabricada para caixilharias e bem selada, pode durar uma vida, não se irá alterar mesmo em locais com altos níveis de humidade.

No mercado nacional, por iniciativa da ADENE - Agência para a Energia, foi desenvolvido o sistema CLASSE+ para etiquetagem energética de produtos (originalmente designado por SEEP) para facilitar a escolha de produtos mais eficientes na reabilitação de edifícios.

Em concreto, a etiqueta CLASSE+ visa dar resposta à ausência de etiqueta europeia obrigatória para alguns produtos que afetam o desempenho energético dos edifícios, como janelas, isolamentos, tintas, etc. O objetivo é proporcionar aos consumidores uma referência simples e de fácil interpretação quando procuram soluções energeticamente mais eficientes para estes e outros materiais e soluções com influência no conforto e no consumo energético dos edifícios. A etiqueta CLASSE+ não tem custos para o consumidor, permite uma escolha mais informada e promove o conforto e a poupança de energia das famílias, com benefícios para a economia e para o ambiente.



DESEMPENHO ENERGÉTICO - O desempenho energético dos produtos está classificado numa escala de “F” (menos eficiente) a “A+” (mais eficiente), semelhante à etiqueta energética dos eletrodomésticos. Através desta referência à classe energética, é possível ao consumidor estabelecer, desde logo, um requisito mínimo para a eficiência energética da solução que se propõe adquirir, bem como comparar o desempenho entre diferentes propostas que receba.

NÍVEL DE CONFORTO - corresponde à performance da janela no mês mais frio e no mês mais quente do ano (Janeiro e Agosto respetivamente), traduzindo a melhor ou pior capacidade de reduzir perdas térmicas no Inverno ou minimizar o sobreaquecimento no Verão. Tudo para o mesmo referencial normativo, o que permite uma comparação entre janelas, para as mesmas condições. Este cálculo é baseado na ISO 18292 de 2011 que contém o procedimento de cálculo para obter o desempenho energético de portas e janelas instalados na envolvente de edifícios residenciais.

JANELA - o coeficiente de transmissão térmica é a capacidade que a janela tem de reter a energia (calor e frio) na parte exterior/interior do edifício. Quanto menor for este valor melhor é o coeficiente de transmissão térmica.

VIDRO - o fator solar é o valor da relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vidro e a radiação solar nele incidente. Quanto menor for este valor melhor será o comportamento da janela à incidência da luz solar.

CLASSE DE PERMEABILIDADE AO AR - é a capacidade que a janela possui para reduzir as infiltrações de ar através da janela. Existem 4 classes, sendo que a classe de permeabilidade com melhor classificação é a 4.

ATENUAÇÃO ACÚSTICA - é a capacidade que a janela tem de atenuar os sons que vêm do exterior da habitação. Quanto maior for este valor, maior será a capacidade da janela em atenuar o ruído.

FIGURA 45 • Etiqueta energética CLASSE +

Consideremos como exemplo uma habitação com grandes janelas orientadas a sul. Nesta situação, a escolha de janelas deve ter em especial atenção o fator solar, procurando o valor mais baixo possível para evitar a exposição excessiva à luz solar dos espaços. Aliando ao fator solar baixo, o valor do desempenho energético no verão e o coeficiente de transmissão térmica superficial reduzidos é possível evitar o sobreaquecimento e melhorar o conforto e o consumo de energia gasto na climatização da habitação no verão.

● VENTILAÇÃO E ESTANQUIDADE

Em todos os edifícios é necessário haver zonas de entrada de ar exterior para ventilação (zonas de impulsão) e outras de saída do ar interior viciado (zonas de extração). A ventilação é necessária para proporcionar aos ocupantes dos edifícios, um ambiente interior saudável e confortável. O principal objetivo da ventilação é eliminar o ar interior contaminado de um edifício e substituí-lo por ar renovado do exterior.

Sempre que o espaço interior for completamente estanque, deve instalar-se um sistema de ventilação controlada. O sistema pode, porém, ser híbrido ou mecânico, descartando-se o do tipo natural. Estes dois sistemas podem ser usados no sector residencial e os sistemas mecânicos no sector terciário.



FIGURA 46 ● Ventilação natural

● VENTILAÇÃO HÍBRIDA E MECÂNICA

A ventilação híbrida é aquela que combina a de tipo natural quando as condições de pressão e temperaturas ambientais são favoráveis e a extração mecânica quando as condições naturais não são propícias.

A ventilação mecânica é aquela que usa dispositivos eletromecânicos (admissão mecânica, extração mecânica ou equilibrada) para promover a renovação do ar. As aberturas de admissão situam-se nas zonas de impulsão e as aberturas de extração nas de extração.

Os ventiladores de extração expulsam o ar viciado ou poluído das divisões húmidas (cozinhas e I.S.), enquanto se introduz ar renovado no edifício pelas zonas de impulsão.

Os ventiladores extractores de baixa potência com motores de corrente contínua são fáceis de encontrar e podem poupar até 80% da electricidade necessária para as unidades convencionais. Todos os ventiladores extractores devem ter um controlador de humidade para manter a humidade de uma habitação a um nível aceitável, normalmente menos que 70% HR.

Para uma ventilação efetiva, os extractores devem estar:

- Tão altos quanto possível;
- Perto da fonte de poluição;
- O mais longe possível da fonte de ar novo;
- Instalados de acordo com as recomendações do fabricante.

A extração mecânica consiste normalmente numa unidade central de ventilação colocada num armário ou no sótão, conectada por condutas ligadas, para extrair o ar dos locais húmidos. Deve-se controlar o fornecimento de ar e dispor as grelhas de entrada em sítios que não causem inconvenientes.

É tão importante que os ocupantes tenham conhecimento da importância e do baixo custo do funcionamento dos ventiladores extractores como da localização das grelhas de admissão de ar (por exemplo colocadas nas caixilharias), para que se evitem desativações não intencionais.

A característica da poupança energética mais evidente nestes sistemas é a de que o seu consumo eléctrico é extremamente reduzido.



FIGURA 47 ● Ventilação híbrida

● VENTILAÇÃO COM RECUPERADOR DE CALOR

O ventilador com recuperação de calor é uma variante do ventilador extractor, pois incorpora uma troca de calor. Recupera 60% ou mais do calor do ar que é extraído. Esse calor pode ser usado

para aquecer o ar que entra no inverno ou para arrefecê-lo no verão.

Os ventiladores de recuperação e extração são na sua maioria de duas velocidades, facilitando uma entrada a baixa velocidade e pouco volume de ar, e uma extração forçada a alta velocidade. O ajuste de alta velocidade pode-se controlar manualmente, mediante um sensor de humidade ou um sistema de controle por deteção de uso.

As considerações de desenho sobre a localização destes ventiladores com recuperação de calor, são similares às dos ventiladores mecânicos.

Estes sistemas facilitam o cumprimento do regime necessário de ventilação sobre qualquer condição climatérica. No entanto os benefícios de poupança energética só ocorrem em edifícios completamente estanques. Por isso este tipo de sistemas só deverá ser usado em situações de estanquidade superior a $5\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ com 50Pa de pressão.



FIGURA 48 • Ventilação com recuperador de calor

● ESTANQUIDADE

Qualquer trabalho de reabilitação deverá ter associado uma estratégia de ventilação e estanquidade. O objetivo é proporcionar o equilíbrio entre a eficiência energética e a qualidade do ar interior.

As perdas de ar produzem-se através da infiltração ou saída de ar através de fendas e gretas indesejadas na envolvente do edifício. Demasiadas perdas ou entradas de ar não controlado conduzem a perdas de calor e incómodas correntes frias.

À medida que melhoram os níveis de isolamento, aumenta a proporção de calor total perdido através de infiltrações.

Como parte de qualquer reabilitação importante, deve-se identificar e minimizar as vias de saídas e entradas de ar indesejadas. É possível fazer uma prova de pressão para identificar as vias de saídas e poder corrigi-las.

O potencial de melhoria da estanquidade de um edifício existente dependerá da sua natureza e do tipo de trabalho a realizar. É por isso difícil estabelecer metas absolutas, sendo a recomendação de boa prática conseguir-se uma permeabilidade de $5\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ a 50 Pa.

O requisito de estanquidade existente em Portugal aplica-se exclusivamente às caixilharias e não ao edifício completo. Noutros países da União Europeia aplica-se a todo o edifício. Por exemplo na Grã-Bretanha especifica-se um valor máximo de permeabilidade de $10\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ exigindo que uma amostra significativa de novos edifícios seja ensaiada depois da sua construção, para demonstrar que este requisito foi conseguido.

Os resultados deste ensaio usam-se para:

- Avaliar a estanquidade do edifício em comparação com um standard reconhecido;
- Identificar as vias de saídas e entradas de ar;
- Avaliar o potencial para reduzir as perdas de ar do edifício;
- Medir as melhorias conseguidas depois da ação de correção.

● RESUMO DE BOAS PRÁTICAS

Tanto para a reabilitação integral de um edifício ou apenas para a reabilitação de uma parte, é possível adotar boas práticas de construção. Estas medidas melhoram a eficiência energética e reduzem as emissões de CO_2 dos edifícios. É importante salientar que tanto na construção de novos edifícios como na reabilitação, não há soluções únicas adaptáveis e iguais em todos os edifícios. Cada caso é um caso. Por isso são detalhadas várias opções que se podem enquadrar em vários perfis. Mas a especificação a adotar dependerá, na sua maioria, da proposta mais económica e da solução construtiva ideal para aquela situação.

LEGENDA

- 1 ● Fachadas
- 2 ● Coberturas
- 3 ● Pavimentos
- 4 ● Vãos (portas e janelas)
- 5 ● Ventilação e estanquidade
- 6 ● Climatização e AQS
- 7 ● Iluminação
- 8 ● Eletrodomésticos
- 9 ● Renováveis
- 10 ● Cobertura verde
- 11 ● Economia de água



FIGURA 49 ● Identificação das zonas de melhorias recomendadas, descritas na Tabela 10

TABELA 10 • Melhorias recomendadas a cada situação

	MELHORIAS
FACHADAS	Sempre que possível isolar as fachadas de forma a conseguir um valor de U entre 0,45 e 0,70 [W/(m ² .°C)] (em função da zona climática e orientação solar). Segundo o SCE os valores máximos são de 1,45 a 1,75.
COBERTURAS	Como boa prática, ao instalar o isolamento térmico, deve conseguir-se um valor máximo de U entre 0,30 e 0,80 [W/(m ² .°C)] (em função da sua zona climática e orientação solar). As coberturas verdes são excelentes isolantes térmicos. Segundo o SCE os valores máximos são 0,90 a 1,25, sendo os de referência 0,35 a 0,45.
PAVIMENTOS	Os pavimentos em contacto com o solo devem ser isolados de forma a se obter um valor máximo de U de 0,50 [W/(m ² .°C)] (dependendo da geometria do solo e da zona climática).
VÃOS	Se decidir conservar as caixilharias existentes melhore o seu isolamento colocando fitas isoladoras. Caso possa substituí-las opte por caixilharias de material reciclado ou passível de ser reciclado. As novas caixilharias devem ter um valor máximo de U entre 2,40 e 2,90 [W/(m ² .°C)] e um fator solar de vidro máximo de 0,56 (em zonas climáticas de forte radiação no verão e classe de inércia forte). No caso das portas, opte por aquelas que ofereçam um bom isolamento térmico e acústico.
VENTILAÇÃO E ESTANQUIDADE	O objetivo é tentar reduzir ao máximo todos os caminhos possíveis de penetração de ar de forma incontrolada (infiltrações), como caixilharias mal isoladas, fissuras nos batentes, etc. Instale sistemas de controlo de caudal de ventilação e, se possível, com recuperadores de calor incorporados.
CLIMATIZAÇÃO E AQS	Os sistemas de climatização e de AQS são desenhados e instalados de acordo com o REH.
ILUMINAÇÃO	Ao ter de substituir a cablagem de iluminação opte por colocar acessórios dedicados especificamente à iluminação que só aceitem equipamentos de baixo consumo. Preferencialmente, mais de 75% de todas as luzes fixas devem ser de baixo consumo.
ELETRODOMÉSTICOS	Deve sempre optar por eletrodomésticos que, de acordo com a sua certificação energética, sejam de baixo consumo (idealmente A).
RENOVÁVEIS	Para tirar o maior partido de uma melhoria energética significativa, aconselha-se vivamente a colocação de tecnologias à base de energias renováveis, tais como água quente solar ou energia fotovoltaica, para reduzir ainda mais o impacte ambiental.
ECONOMIA DE ÁGUA	Para reduzir o consumo de água instale redutores de caudal nas torneiras e chuveiros. E se substituir torneiras, opte por torneiras isentas de chumbo. Pode ainda instalar cisternas para reutilização de águas cinzentas ou aproveitamento de águas pluviais.

E, ao contrário do que muitas vezes se pensa, é possível integrar melhorias em eficiência energética com praticamente qualquer reparação, o que significa que não precisa esperar pela reabilitação total do edifício. É sempre mais económico integrá-las, do que instalá-las em separado. Algumas dessas oportunidades podem ver-se na Tabela 11.

TABELA 11 • Oportunidades e melhorias em eficiência energética

MELHORIA	OPORTUNIDADE																		
	Isolamento de paredes interiores	Portas e janelas eficientes	Isolamento de fissuras e paredes	Isolamento de paredes exteriores	Ventilação e infiltrações	Isolamento de coberturas	Cobertura verde / fachada verde	Isolamento de tubagens de água	Ventilação do espaço interior	Isolamento de pavimentos	Colocação de sombreamento	Iluminação de baixo consumo	Isolamento do termos sifão	Controlos de caudais de ar	Caldeira eficiente	Fontes de energia renovável	Redutores de caudal de água	Torneiras isentas de chumbo	Equipamentos eficientes
Reparação de cozinhas	X	X	X		X			X				X	X	X	X		X	X	X
Reparação de I.S.	X	X	X		X			X				X	X	X	X		X	X	
Rebocar paredes	X		X																
Reparação de fachadas		X		X							X								
Nova cablagem	X				X			X		X		X							
Novas portas e janelas		X			X						X								
Novo revestimento	X		X																
Novo / Reparação cobertura						X	X	X	X										
Piso em contacto com solo								X		X									
Reparação de canalização								X		X							X	X	
Segurança		X																	X

2.5. CONSTRUÇÃO ANTISSÍSMICA

Quando um sismo ocorre, as vibrações do solo (aceleração do solo - asolo) fazem vibrar tudo o que esteja assente no solo, como é o caso das fundações dos edifícios. Quando isso ocorre, as acelerações (variações de velocidade) do solo, das quais em geral as mais importantes são as horizontais, transmitem-se de baixo para cima ao longo da estrutura do edifício. Assim, ao longo da altura do edifício geram-se acelerações horizontais em toda a massa do edifício, a massa multiplicada pela aceleração da gravidade é o peso, ou seja, a força com que a Terra atrai os corpos.

TABELA 12 • Intervalo de retorno de sismos

INTENSIDADE = VII / VIII	INTENSIDADE ≥ VIII	TEMPO DE REPOUSO	TEMPO DE REPOUSO
1952	1958	6	
1964		6	
1973	1980	9	22
		7	
1988	1998	8	18
		10	

A massa do edifício encontra-se distribuída ao longo da altura, mas é uma aproximação bastante aceitável tratá-la como se estivesse concentrada ao nível dos pisos, pois é aí que está concentrada grande parte da massa devido às lajes de pavimento. A proteção de edifícios em relação à ação dos sismos obriga a que estes sejam dimensionados de acordo com a probabilidade de ocorrência de sismos na zona onde se encontram, no entanto é necessário garantir a viabilidade técnica e económica da solução. Existe regulamentação específica para as ações sísmicas com o objetivo de garantir a segurança das estruturas, descrevendo as características que as estruturas devem possuir para que a probabilidade de colapso ou danos severos seja minimizada.

A regulamentação antissísmica surgiu em Portugal no ano de 1958, com o então denominado Regulamento de Segurança das Construções Contra os Sismos (RSCCS - Decreto nº41658), que inclui pela primeira vez a consideração de um coeficiente sísmico, para quantificar a ação sísmica horizontal, e um zonamento do território nacional de acordo com a sua importância sísmica. Os regulamentos têm vindo a ser cada vez mais exaustivos na descrição das características das construções sismo-resistentes, em 1983, com a introdução do Regulamento de Segurança e Ações (RSA) e mais recentemente com a entrada em vigor do Eurocódigo 8 (EC8). No RSA, ação sísmica, é entendida como uma ação variável majorada com um coeficiente de segurança de 1.5, enquanto no EC8 é considerada de forma mais diferenciada como uma ação acidente agravada, devido à introdução do coeficiente de comportamento.

Os Açores estão diferenciados nos regulamentos antissísmicos, RSA e EC8, nomeadamente com sendo a única zona do país onde apenas é necessário verificar o dimensionamento em relação a sismos do tipo 1.

TABELA 13 • Relação intensidade, magnitude, efeitos e ilhas

INTENSIDADE	MAGNITUDE	EFEITOS	NÍVEIS POR ILHAS
I - II	0 - 2,5	Apenas registados pelos sistemas sismográficos.	Flores e Corvo
III - IV - V	2,5 - 4,0	Sentidos pela população. Pequenas fissurações.	Graciosa e Santa Maria
VI - VII	4,0 - 5,5	Afeta apenas as construções próximas do epicentro.	Pico e São Jorge
VII - IX - X	5,5 - 8,0	Atinge grandes áreas e distanciadas do epicentro.	São Miguel, Terceira e Faial
XI - XII	8,0 - 9,0	Destruidor.	

É fundamental que as obras de reabilitação de edifícios comecem a incluir a componente do reforço estrutural de forma sistemática. Sugerem-se as seguintes recomendações:

- Redigir recomendações técnicas para reforço sísmico das construções, conforme a tipologia do edifício;
- Assegurar um nível mínimo razoável de proteção sísmica mesmo em pequenas obras;
- Informar a população sobre o problema do risco sísmico no parque construído, os principais interessados;
- Fiscalizar frequentemente as obras de construção, incluindo a respetiva resistência sísmica;
- Proibir intervenções em edifícios que reduzam a sua resistência sísmica.

2.6. ECONOMIA CIRCULAR NO SECTOR DA CONSTRUÇÃO

Economia Circular é um conceito que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia substituindo o conceito de fim-de-vida da economia linear. Os fluxos passam a ser circulares, de reutilização, restauração, renovação e/ou valorização, num processo integrado. A Economia Circular já é reconhecida como uma necessidade para promover a dissociação entre o crescimento económico e o aumento no consumo de recursos.

Economia Circular é um conceito que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia substituindo o conceito de fim-de-vida da economia linear.

Se os ecossistemas naturais gerem os recursos a longo prazo num processo contínuo de reabsorção e reciclagem, porque não fazermos o mesmo? A Economia Circular visa uma ação ampla, desde o desenho de processos, produtos e novos modelos de negócio até à otimização da utilização de recursos, fazendo-os circular o mais eficientemente possível bem como os produtos, componentes e materiais nos ciclos técnicos e/ou biológicos. Visa assim o desenvolvimento de novos produtos e serviços economicamente viáveis e ecologicamente eficientes, radicados em ciclos idealmente perpétuos de reconversão a montante e a jusante.

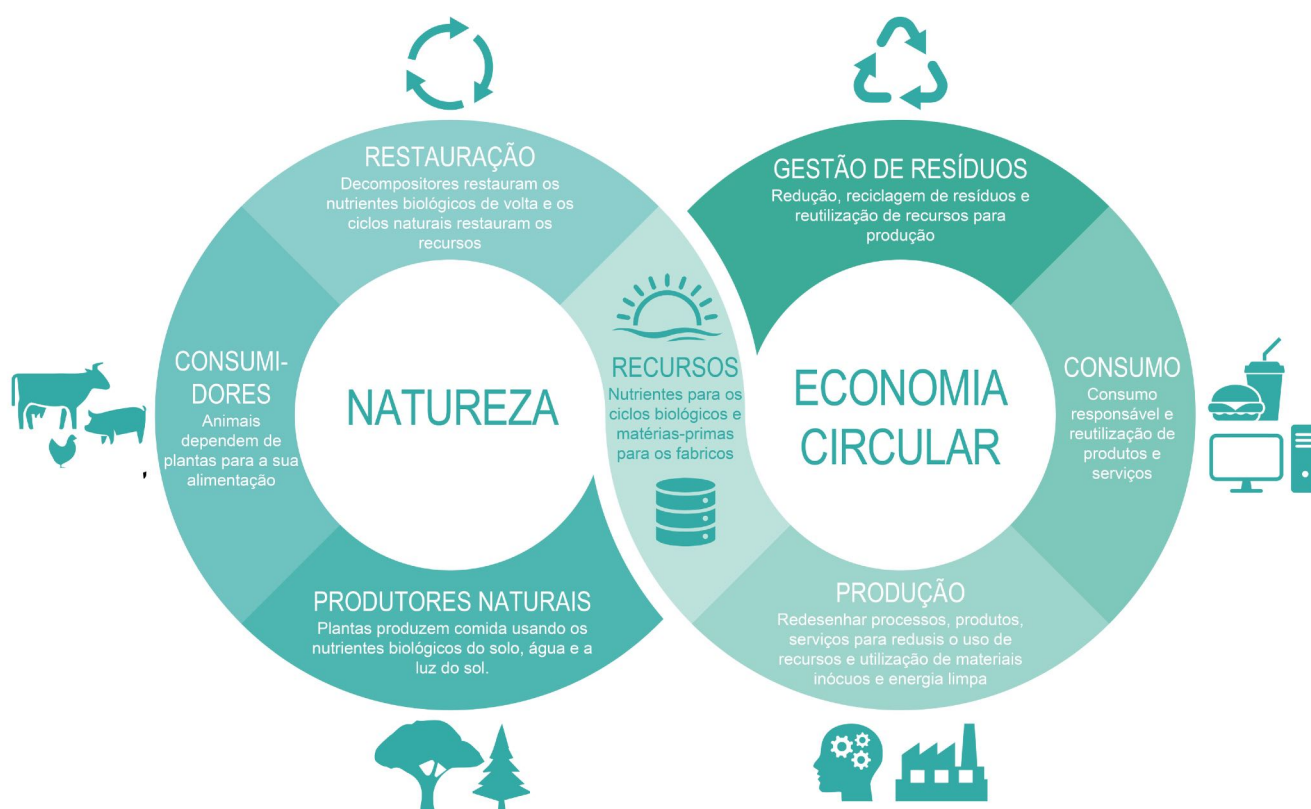


FIGURA 50 • Esquema de economia circular a imitar a natureza (Adaptado de The European Business Review)

A Economia Circular no sector da construção, materializa-se na minimização da extração de recursos, maximização da reutilização, aumento da eficiência e desenvolvimento de novos modelos de negócios. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes deste sector (CIB). Fechar o ciclo da construção, irá potenciar além do aumento do ciclo de vida das matérias-primas, a redução do custo dos materiais (quando esta cadeia estiver madura) e a redução da energia incorporada e das emissões de carbono da indústria da construção.

O impacto ambiental gerado pela construção, será conseqüentemente reduzido, além de criar valor na cadeia produtiva a vários níveis, nomeadamente através de:

- Design/redesign “circular” de produtos e processos, irá gerar um processo menos intensivo em recursos, dando prioridade a materiais renováveis e não perigosos, bem como à reutilização de matérias-primas recuperadas;
- Os edifícios tornar-se-ão mais adaptáveis e fáceis de reutilizar, permitindo a “modularização” dos componentes para uma fácil desmontagem e recuperação;
- As aplicações úteis de subprodutos e resíduos, em articulação com esquemas como os rótulos ecológicos ou as declarações ambientais de produto, serão definidas a montante;
- Tendência para que as empresas optem por modelos de produção mais eficientes (redução do consumo de matérias-primas e energia), sistemas em rede mais eficientes em uso e produtividade de recursos (por exemplo: mobilidade elétrica acoplado a logística);
- Novos modelos de negócio centrados na manutenção, reparação, recondicionamento e remanufactura de produtos - *downcycling* (processo de reconversão de resíduos em novos materiais ou produtos de menor qualidade / funcionalidade reduzida) ou *upcycling* (“reutilização criativa”, processo de reconversão de resíduos em novos materiais ou produtos de maior valor acrescentado), e a sistemas de recolha eficiente associados e iniciativas de combate à obsolescência;
- Estratégias de negócio entre entidades que colaboram no uso eficiente dos recursos de modo a melhorar o seu desempenho económico conjunto, com conseqüências positivas para o sistema natural;
- Ao ir de encontro aos objetivos e metas definidas no PAEC, o projeto deverá ser encarado como uma vantagem económica e de sustentabilidade, que gera benefícios a médio-longo prazo, tanto para quem praticar o que se promove, como para a comunidade em geral.
- Sensibilização e envolvimento social, reconhecendo a importância e necessidade de atuar também no campo da aprendizagem e consciencialização da sociedade civil, incluindo por exemplo, o desenvolvimento de programas curriculares, materiais didáticos, ações de informação, workshops e outros recursos que suportam a consciencialização para o uso eficiente dos recursos, desde a desmaterialização à extensão de ciclo de vida, consumo eficiente e “fecho do ciclo” dos recursos.

Assim, a Economia Circular promove um modelo económico reorganizado, através da coordenação dos sistemas de produção e consumo em circuitos fechados. Caracteriza-se como um processo dinâmico que exige compatibilidade técnica e económica (capacidades e atividades produtivas) mas que também requer igualmente enquadramento social e institucional (incentivos e valores).

EQUIPAMENTOS PARA A POUPANÇA DE ÁGUA E ENERGIA

3

Embora o design passivo possa melhorar o conforto térmico dos edifícios, na maioria dos casos não é suficiente para suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento. Pelo que é necessário optar também pela climatização através de meios ativos (meios mecânicos) para manter os níveis de conforto desejados durante todo o ano. Existem formas de utilizar sistemas ativos de arrefecimento e aquecimento de forma eficiente e de os ligar a fontes de energia renováveis para minimizar as emissões, o que também acontece com o AQS, mas a seleção do sistema de água quente com baixo teor de carbono mais apropriado dependerá do tamanho do lar e da disponibilidade de fontes de energia renováveis, incluindo a energia verde baseada na rede. No que se refere à poupança do recurso água, já existem no mercado vários mecanismos de proporcionam essa poupança, como veremos de seguida.

3.1. AQUECIMENTO DE ÁGUAS SANITÁRIAS

O aquecimento de águas sanitárias é o segundo maior utilizador de energia doméstica (depois do aquecimento de espaços), sendo responsável por mais de 20% da energia doméstica.

PRINCÍPIOS:

- Capturar energia diretamente de fontes renováveis para aquecer água é ideal para resultados de baixo carbono.
- Os módulos fotovoltaicos fazem uma utilização mais eficaz da energia solar que entra num telhado do que os coletores térmicos, particularmente se combinados com um serviço de água quente com bomba de calor. As eficiências são comparáveis a temperaturas típicas, no entanto, os sistemas térmicos deixam de recolher assim que a água necessária é aquecida, enquanto os sistemas fotovoltaicos continuam a gerar eletricidade para outros fins.
- Os sistemas elétricos de água quente ligados a sistemas de energia renovável no local absorvem o excesso de produção não utilizado por outros serviços na habitação. Isto pode ser uma maior utilização da geração em excesso do que o armazenamento de baterias, devido às perdas de eficiência do ciclo de carga/descarga.
- Ao contrário dos sistemas a gás, os sistemas elétricos de água quente permitem um serviço de carbono zero quando fornecidos a partir de fontes de Energia Verde.

A energia consumida para aquecimento de água é também a segunda maior fonte de emissões domésticas de gases com efeito de estufa, emitindo 24% dos gases com efeito de estufa em

média pelas famílias portuguesas.

Por esta razão, os promotores e construtores proprietários devem escolher os aquecedores de água quente mais eficientes do ponto de vista energético.

Os sistemas solares térmicos de água quente têm sido um dos pilares do aquecimento doméstico, fornecendo frequentemente um serviço de baixo carbono mesmo quando é necessário um impulso. O custo de instalação de sistemas solares fotovoltaicos (PV) está a diminuir drasticamente.

3.2. AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO DE ESPAÇOS ATRAVÉS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Quando a climatização é necessária através de meios mecânicos, as opções incluem:

- Sistemas acionados por bomba de calor (ar condicionado de ciclo inverso);
- Sistemas hidrónicos acionados por bomba de calor (radiador e aquecimento e arrefecimento em laboratório);
- Aquecimento a gás;
- Ventiladores de teto;
- Aquecimento a lenha e/ou biomassa.

Em qualquer altura, devem ser examinadas abordagens de conceção ótimas e a eficiência destes sistemas, incluindo opções para os alimentar a energia renovável.

O ventilador é o sistema de arrefecimento ativo de primeira escolha para uma casa de baixo carbono. Os ventiladores apoiam os mecanismos naturais de arrefecimento do corpo e, em tempo quente, podem produzir a sensação de uma queda de temperatura de três graus. Podem também ajudar no tempo frio movendo ar quente perto do teto pelas paredes e para as áreas habitadas de uma sala. Neste caso, o ventilador é utilizado em modo inverso, ou “modo de inverno”, para mover o ar lateralmente em torno da sala.

Identificar zonas-alvo numa casa para aquecimento e arrefecimento informará as decisões sobre os tipos de sistemas. Os sistemas centrais, tais como ductos ou hidrónicos, são normalmente capazes de algum nível de zoneamento. Seguem-se alguns exemplos de zonas de uma casa genérica:

- Múltiplos níveis: Cada nível ou piso dentro da casa é zonado separadamente para satisfazer diferentes requisitos.
- Quartos de dormir: Estes podem ser uma única zona num sistema de condutas ou central. Os quartos podem requerer algum aquecimento ou arrefecimento, mas geralmente menos do que as zonas de habitação. Devem ser utilizados pontos de conjunto amplos quando é necessário ar condicionado nos quartos, uma vez que o conforto pode ser alcançado mais facilmente através da adição ou remoção de roupa de cama.
- Áreas habitáveis: Nas casas modernas, estas são geralmente de planta aberta, com sala/jantar/cozinha combinados. Tipicamente, são as maiores áreas de uma casa que requerem condicionamento.

- Escritório em casa: Muitas vezes um espaço mais pequeno que merece o seu próprio serviço, uma vez que o espaço é normalmente utilizado num horário diferente do resto da casa.
- Casas de banho: Estes não são normalmente espaços condicionados, mas, em alguns climas, o aquecimento pode ser necessário durante algum tempo do ano. Devido à exigência de que estes quartos sejam bem ventilados, a abordagem mais eficiente é fornecer aquecimento imediato “sobre a pele” utilizando lâmpadas de calor. Toalheiros aquecidos secam as toalhas e podem também fornecer calor.

PRINCÍPIOS:

- Considerar o design passivo em primeira instância, aproveitando ao máximo os recursos do local para alcançar os mais altos níveis de conforto sem recorrer ao ar condicionado.
- Após otimizar o design passivo, identificar o modo preferido de aquecimento e/ou arrefecimento. Compreender o contexto. O aquecimento e arrefecimento do espaço é utilizado para melhorar o conforto e outros benefícios para a saúde, pelo que há pouco valor na instalação de um sistema que cumpre os objetivos de energia e emissões, mas não fornece um serviço satisfatório.
- Os sistemas de aquecimento e arrefecimento de espaços elétricos permitem um serviço de carbono zero quando fornecidos por eletricidade de carbono zero.

3.3. ILUMINAÇÃO EFICIENTE E EQUIPAMENTOS

Privilegiar a iluminação natural é sempre o mais indicado. Contudo, um bom projeto de iluminação é fundamental para valorizar qualquer projeto de arquitetura. A iluminação é capaz de transmitir as sensações corretas em cada ambiente da casa, como conforto e clareza.

Para definir a quantidade e que tipo de iluminação usar, onde deve ficar, a proporção em relação ao espaço, a temperatura da luz e a lâmpada ideal para cada caso é recomendável contar com a ajuda de um profissional especializado. Um dos erros mais comuns, é o excesso de pontos de luz, além do uso inapropriado de peças e tipos de lâmpadas. Um profissional que entende de luminotécnica será capaz de aliar o uso com a eficiência de cada produto, reduzindo a quantidade de pontos de luz e, conseqüentemente, trazendo mais economia para o consumidor.

RECOMENDAÇÃO PCS

- O comportamento tem um grande impacto sobre as emissões de aparelhos, mas o design pode também influenciar esse comportamento. Por exemplo, um agregado familiar com acesso facilitado a um estendal irá provavelmente utilizar uma máquina de secar roupa com menos frequência, ou até nem utilizar.
- Em Portugal a classificação da eficiência energética, está patente nos aparelhos elétricos e iluminação. Pelo que há que fazer uma escolha eficiente.
 - Não é aconselhável, com exceção das lâmpadas, mudar de equipamento se ele ainda funcionar. No entanto no final da sua vida útil, definitivamente, a sua substituição deve ser sempre por um mais eficiente.
- Há a possibilidade de se fornecer um serviço de carbono zero quando a energia fornecida é de origem renovável, e, portanto, com zero emissões de carbono.

O projeto de iluminação deve ser pensado no projeto de arquitetura e ser incluído no projeto de execução, para aumentar a eficiência e a economia, pelo uso adequado de produtos, evita assim trabalhos desnecessários e gastos excedentes. Outra vantagem é que o cronograma da obra pode ser cumprido sem imprevistos. O momento ideal para começar a pensar na iluminação é logo depois de definir, junto com a arquitetura, a dimensão de cada ambiente e o layout da casa.

Cada área da casa pede um tipo de iluminação e requer uma solução específica. De forma a facilitar o planeamento seguem algumas dicas de acordo com o ambiente.

TABELA 14 • Tipo de iluminação por área da casa

SALA DE ESTAR	Iluminação mais suave, pontuando mesas de centro e laterais, mas sem deixar a circulação muito escura. Pode usar-se automatismos para controlar intensidade da luz e apostar na iluminação indireta com o uso de abajures e iluminação de piso.
SALA DE JANTAR	Iluminar a mesa de jantar é essencial, por isso é recomendável o uso de um lustre, por exemplo. Em mesas retangulares muito compridas, pode ser necessária a instalação de pontos auxiliares nas laterais, pois o lustre geralmente tem foco mais direto no centro da mesa.
COZINHA	Iluminação geral, eficiente e bem clara. É comum optar-se por luz branca, que é intensa. Deve iluminar-se bem as bancadas de trabalho, por exemplo, utilizando fitas de LED.
QUARTO	Este ambiente pede uma iluminação suave. Se possível, controlar a intensidade. A área pede pontos indiretos, que podem ser resolvidos com o uso de abajures nas mesinhas de cabeceira.
I.S.	A I.S. pede uma iluminação geral clara e uma luz no local onde fica o espelho. Aqui deverá utilizar luz difusa ou indireta próxima ao espelho.

Já nos escritórios e espaços de trabalho, a iluminação é um fator de extrema importância para manter a motivação e concentração no trabalho.

TABELA 15 • Iluminância recomendada por atividade (DIN 5035)

NÍVEL	ILUMINÂNCIA (lx)	ATIVIDADE	
1	15		
2	30	Orientação, só estadias temporárias	
3	60		
4	120	Tarefas visuais ligeiras com contrastes elevados	Trabalhos em armazéns, estaleiros, minas
5	250		Salas de espera, trabalhos de pintura e polimento
6	500	Tarefas visuais normais com detalhes médios	Trabalhos em escritórios, processamento de dados, leitura
7	750		Tingimento de couro, rebarbagem de vidro
8	1000	Tarefas visuais muito exigentes com detalhes pequenos	Desenho técnico, comparação de cores
9	1500		Montagem de pequenos elementos em eletrónica
10	2000	Tarefas visuais muito exigentes com detalhes muito pequenos	Montagem de componentes miniaturizados, trabalhos de relojoaria, gravação
11	3000		Montagem fina, com tolerâncias muito apertadas
12	≥5000	Casos especiais	Salas de operações

No ano de 2012, o consumo com a iluminação representava 19% da produção global de eletricidade, tendo sido proibido o fabrico e importação de lâmpadas standard tradicionais, conhecidas como lâmpadas incandescentes, a partir de 1 de setembro desse mesmo ano, deixando apenas que se esgotasse o stock existente de lâmpadas incandescentes. Estimou-se que uma mudança total para iluminação LED poderia reduzir o consumo energético com iluminação a nível mundial em 40%, e reduzir os custos atuais em aproximadamente 130 biliões de euros. Isto evitaria a libertação para a atmosfera de 670 milhões de toneladas anuais de dióxido de carbono, de acordo com o “Climate Group”, número aproximadamente equivalente ao nível de emissões de CO₂ gerado por todos os aviões que voaram no mundo em 2011.

A partir dessa data os consumidores podem escolher entre alternativas de iluminação de baixo consumo como, por exemplo, os LEDs (Díodos Emissores de Luz) que oferecem uma poupança de energia que pode ir até 85%. E a 1 de setembro de 2018 entrou em vigor a lei que proibiu a comercialização de lâmpadas incandescentes de halogéneo.

Neste momento, a tecnologia tem avançado de tal forma que já existem lâmpadas de LED de 2.700 k que chegam a ter um efeito muito similar ao das incandescentes e ainda economizam energia, O LED é uma tecnologia nova, mas que definitivamente veio para ficar e já é possível utilizá-lo em 100% dos ambientes.

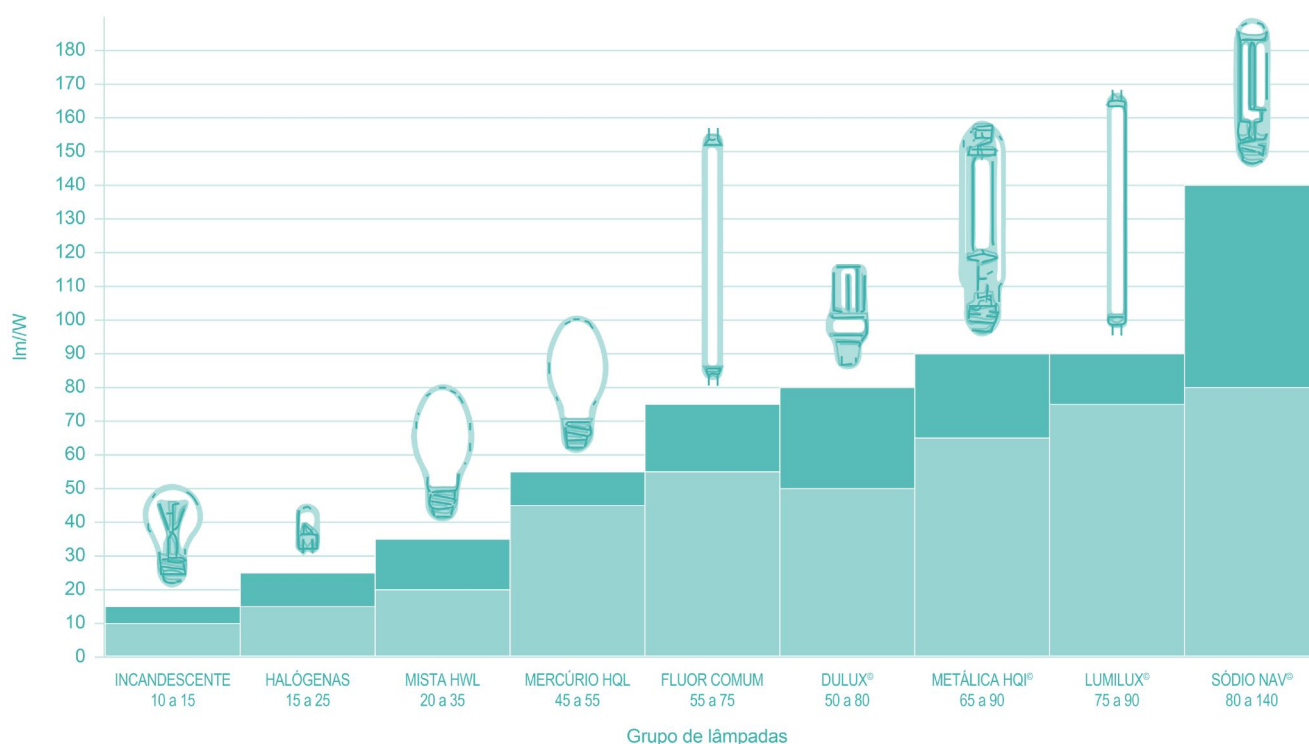


FIGURA 51 • Eficiência energética dos diferentes tipos de lâmpadas (lm/W - lúmen / Watt) (Adaptado de OSRAM)

A altura do chão de cada ponto de iluminação tem algumas regras, por exemplo, a altura do pendente da mesa de jantar deve ficar entre 75 e 80 cm acima do tampo da mesa.

Já a iluminação feita com spots é ideal para criar uma luz mais direcionada para algum objeto com intenção de o destacar. O *dimmer* é um dispositivo usado para variar a intensidade da luz. Hoje em dia, é possível usá-lo em 90% das lâmpadas do mercado. A luz branca ou amarela, também caracterizam o ambiente. As lâmpadas com temperatura de cor quente são mais indicadas para áreas íntimas e sociais, e lâmpadas com temperatura de cor fria para áreas de trabalho e cozinha.













FLUORESCENTES	LED
Lâmpadas de descarga de baixa pressão, compostas por elétrodos, tubo de vidro coberto com material à base de fósforo e gases inertes. Funcionam com um reator. Têm baixo consumo, boa eficiência luminosa e vida útil de 3 mil a 20 mil horas.	Díodo que emite luz quando polarizado diretamente. Há formatos que imitam as lâmpadas incandescentes. Tem baixo consumo, boa eficiência luminosa e a maior vida útil, entre 15 mil e 40 mil horas.

RECOMENDAÇÃO PCS

- Maximizar a utilização de luz natural (day lighting)
- Optar por sistemas e componentes mais eficientes (Tc, IRC, EE, Tv.u., luminárias, controlo, etc.)
- Considerar não só custos de investimento, mas também de exploração e manutenção (ciclo de vida)
- Níveis de iluminação e restituição de cor adequados: “luz certa, no local certo, no momento certo”
- Respeitar as exigências de qualidade, sem por em causa o conforto e a segurança
 - Utilizar sistemas de controlo e gestão

TABELA 16 • Potenciais de poupança (Adaptado de Philips)

ÁREA DE ILUMINAÇÃO	POUPANÇA DE ENERGIA		REDUÇÃO DE CO ₂ POR LÂMPADA POR ANO
	VELHA TECNOLOGIA	NOVA TECNOLOGIA	
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	 52% ▶		109 kg CO ₂
ESPAÇOS COMERCIAIS	 80% ▶		115 kg CO ₂
ESCRITÓRIOS E INDÚSTRIA	 61% ▶		77 kg CO ₂
DOMÉSTICA	 80% ▶		34 kg CO ₂
LED	 82% ▶		34 kg CO ₂

A União Europeia decidiu rever a escala da etiqueta energética de equipamentos. Desde 1 de março de 2021 para os televisores, frigoríficos e arcas congeladoras, máquinas de lavar loiça, de lavar roupa e de lavar e secar roupa, e desde setembro de 2021, para lâmpadas LED. Mais tarde, outros equipamentos se seguirão. As classes “+” desapareceram, dando lugar a uma classificação de A a G, mais fácil de interpretar. A classe A, somente A, corresponde agora ao topo em termos de eficiência energética. Aquando do lançamento, esta classe estava vazia, para encorajar os fabricantes a desenvolverem equipamentos mais eficientes.

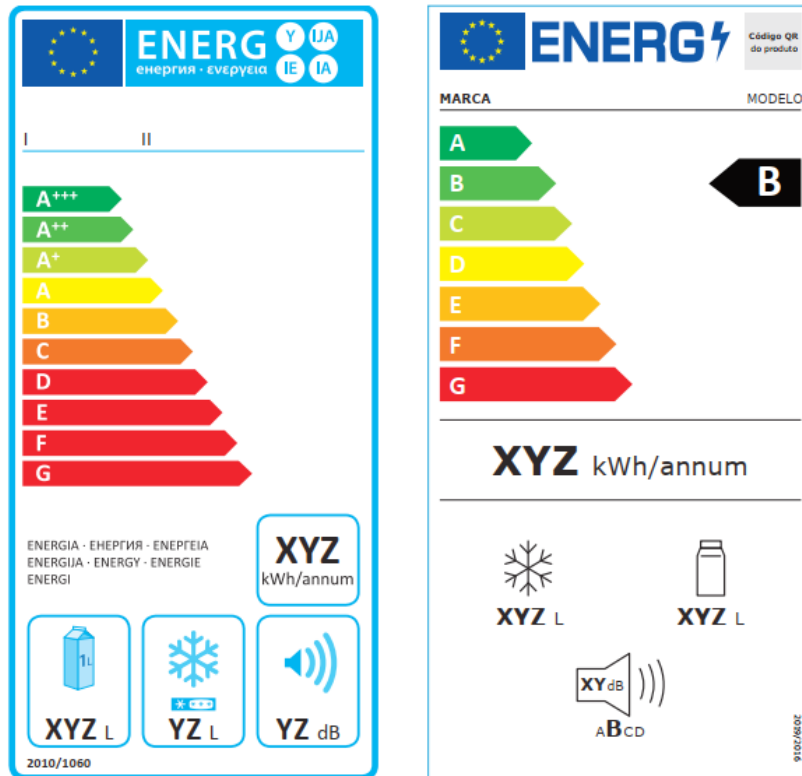


FIGURA 52 • Etiqueta energética antiga e nova

Durante a fase de transição, o consumidor poderá ficar confuso ao verificar que um aparelho A+ na etiqueta antiga passou a ostentar, por exemplo, a classe D na nova etiqueta. Não é um engano do fabricante. Isto acontece por dois motivos. Primeiro, porque, com o novo escalonamento das classes, os equipamentos que se situavam nas classes mais altas na antiga etiqueta passam para classes intermédias na nova. Segundo, porque temos o efeito dos novos e revistos procedimentos de ensaio, mais adaptados às tecnologias e às realidades e que são mais exigentes.

A nova etiqueta energética terá também um código QR, com um acesso direto a toda a informação sobre o produto. Ao digitalizar o código QR com o smartphone, o consumidor será encaminhado para uma base de dados gerida pela União Europeia (EPREL). Através desse código pode visualizar e fazer o download da ficha técnica para todos os aparelhos com a nova etiqueta.

A medida beneficia os consumidores porque permite escolher um produto ou equipamento com melhor desempenho energético e, assim, poupar eletricidade. Além disso, com a nova medida, a União Europeia promove a corrida para a inovação tecnológica. Os fabricantes terão de se esforçar para desenvolver equipamentos mais eficientes do que os atuais, de modo a alcançar a classe A.

Escolher equipamentos mais eficientes e fazer um bom uso dos mesmos e da energia são passos essenciais para criar um planeta mais verde e sustentável.

A iluminação e os equipamentos são responsáveis por uma grande parte do consumo de eletricidade de uma casa comum. Isto pode ser reduzido através da eficiência energética escolhendo dispositivos que fornecem o mesmo serviço com menos energia consumida. E através da poupança de energia, encontrando diferentes formas de utilizar os equipamentos para que sejam produzidas menos emissões.

3.4. FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

Existe uma vasta gama de sistemas de energia renovável, alguns dos quais são mais aplicáveis à habitação do que outros. Os sistemas de energia renovável incluem:

A construção de casas que recorrem a sistemas de energia renovável permite-lhes obter energia sem produzir emissões de carbono e desempenhar um papel ativo na descarbonização do sector da construção e caminhar no sentido do carbono neutro.

● SISTEMAS DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS

O efeito fotovoltaico (PV) foi demonstrado pela primeira vez em 1839 e descreve a capacidade de certos materiais de desenvolver uma tensão, que pode conduzir uma corrente elétrica, quando expostos a fótons de luz.

Os sistemas fotovoltaicos domésticos modernos têm a virtude de uma longa vida operacional e de muito baixa manutenção. As principais inovações na tecnologia para uso doméstico foram nos sistemas de produção, na melhoria da disponibilidade e na redução dos preços, e em menor grau na eficiência, tendo a eficiência média melhorado na última década de cerca de 12% para cerca de 17%.

A estimativa da quantidade de eletricidade que um determinado sistema fotovoltaico irá gerar durante um ano típico ajudará a compreender o valor financeiro do sistema e a forma como este irá ajudar a cumprir os objetivos estabelecidos para o projeto. Esta estimativa pode ser feita pelo fornecedor do sistema fotovoltaico.

● SISTEMAS DE PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS

Um sistema solar térmico é uma instalação que permite utilizar a inesgotável fonte de energia natural que é o sol, para aquecimento de água. A superfície do painel solar transforma a luz solar em calor aproveitável.

Este calor é absorvido pelo líquido solar que se encontra dentro do painel e é transportado com a ajuda de uma bomba através de tubos devidamente isolados, até ao depósito de água quente.

A água quente está agora disponível num depósito acumulador. O material isolante deste, impede o arrefecimento da água, sendo possível utilizar a água quente através da energia solar em períodos onde não existe sol, como por exemplo, durante a noite.

● SISTEMA DE PAINÉIS SOLARES HÍBRIDOS

O painel solar híbrido permite a produção combinada de água quente e eletricidade, reduzindo o consumo de gás, ou de outro combustível, e eletricidade da rede e, portanto, também custos ambientais (menos emissões). Pode ocupar apenas 50% da área de uma instalação de painéis térmico e fotovoltaico em separado e, em relação a esse tipo de instalação, tem um *payback* (retorno do investimento) mais curto.

Apresentam um rendimento elétrico de 19%, rendimento térmico de 70% e um rendimento combinado de 89%. As células fotovoltaicas são refrigeradas pela água existente no sistema (efeito radiador), pelo que o rendimento elétrico é estável mesmo com temperaturas exteriores muito elevadas. Pode ser instalado em todos os edifícios com consumo térmico e elétrico, desde habitações a hotéis, hospitais, fábricas, equipamentos desportivos, entre outros.



FIGURA 53 ● Módulos em CLT (PCS), com coberturas verdes de sedum e fornecimento de energia e AQS a partir de painéis híbridos

● ENERGIA DO VENTO

Pequenas turbinas eólicas podem ser instaladas em ambientes urbanos, sujeitas à aprovação do governo local. Uma turbina eólica de potência inferior a 10kW terá tipicamente pás a rodar a alta velocidade para produzir energia. Esta operação de alta velocidade pode levar ao desgaste e à fadiga de peças mecânicas. No entanto, se existir um regime de manutenção adequado, as pequenas turbinas eólicas podem fornecer uma solução de bom valor para sítios com acesso regular ao vento a velocidades superiores a cinco metros por segundo.



FIGURA 54 ● Exemplo de pequena turbina eólica

● ENERGIA HÍDRICA

Os sistemas que extraem energia da água em movimento, sem necessidade de uma barragem, são geralmente referidos como “mini-hídricas”. São ainda sistemas raros em Portugal e quase inexistentes em ambientes urbanos. No entanto, isto não significa que sejam irrelevantes para as habitações de baixo carbono e que possa haver uma maior utilização destes sistemas no futuro. Os construtores e promotores que pensem ter uma oportunidade para um sistema de uma mini-hídrica devem contactar um fornecedor para uma avaliação.



FIGURA 55 ● Exemplo de "mini-hídrica"

RECOMENDAÇÃO PCS

- A forma mais eficiente de utilizar as energias renováveis é gerar a energia no local, para evitar desperdício no transporte;
- A escolha dos sistemas de energias renováveis vai depender da disponibilidade e das condições locais;
- As energias renováveis só podem ser consideradas "carbono zero" se todas as emissões incorporadas no sistema e quaisquer emissões operacionais associadas ao combustível, forem compensadas.

3.5. SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO E GESTÃO

Esta secção analisa o benefício da instalação de sistemas de monitorização para ajudar as famílias a reduzir o consumo de energia. O enfoque é na monitorização energética, mas uma monitorização semelhante da água pode ter um impacto positivo nas emissões de carbono, reduzindo-as. Estes sistemas de controlo devem proporcionar um nível de visibilidade aos residentes facilitado, para que verifiquem se está a funcionar e sem um elevado nível de compreensão técnica.

A adição de monitorização e controlo de sistemas para uma casa deve resultar em melhorias

amenidade e redução do consumo de energia, Emissões de GEE, e custo.

PRINCIPAIS VANTAGENS:

- Fornecimento e instalação de equipamentos de monitorização do consumo energético;
- Acesso a uma plataforma online própria, simples, dinâmica e *user friendly* para avaliação em tempo real do consumo dos vários equipamentos;
- Acesso a relatórios e mapas comparativos de consumos, que permitem conhecer profundamente a forma como é consumida na instalação;
- Controle de custos de energia discriminados nos custos centrais;
- Base de partida para definição de um plano de poupança de energia;
- Identificação de problemas da qualidade de fornecimento (exemplo: picos ou quedas de tensão, interrupções);
- Identificação de situações de mau funcionamento da rede (exemplo: baixo fator de potência, degradação no desempenho de motores, geração de harmónicas);
- Redução da fatura energética, através de ganhos de eficiência energética;
- Otimização dos processos produtivos da empresa em termos de consumo de energia;
- Impacte ambiental positivo decorrente da alteração do perfil de consumo energético.



FIGURA 56 • Equipamento para medição de consumo de energia

3.6. SISTEMAS DE REUTILIZAÇÃO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS

A água é um recurso natural valioso, cada vez mais escasso, e a sua utilização eficiente em empreendimentos residenciais é um fator chave para a sustentabilidade do ambiente construído. A adoção de uma conceção urbana sensível à água reduz as emissões incorporadas associadas à bombagem de água e ao tratamento de águas residuais e ajuda as famílias a conservar água.

A utilização de menos água reduz as emissões de carbono no contexto residencial, reduzindo a energia necessária para bombear água da rede e para tratar e eliminar as águas residuais.

Bombear água, tanto em casa como no jardim, resulta em consumo de energia e, portanto, em emissões de GEE.

As operações de tratamento de águas residuais, em particular, estão entre as atividades de maior intensidade energética nos municípios. Há estratégias para reduzir o consumo de água e melhorar a forma como a água é distribuída dentro e fora de casa através de equipamentos eficientes em termos de água, gestão de águas pluviais, desenho adequado de jardins, irrigação em consonância com o clima e fontes alternativas de água.

● JARDINS

O consumo de água no jardim pode ser reduzido através de práticas de melhoramento do solo, plantação de espécies de clima seco e aplicando os princípios de hidrozonamento, plantação de espécies com necessidades semelhantes de água e manutenção em grupos de plantas com necessidades de água semelhantes de forma a promover a conservação de água (hidrozonas).

Por meio da prática do hidrozoneamento, é possível customizar os horários de irrigação de acordo com as necessidades de cada área, melhorando a eficiência e evitando o excesso de água e o submerso de certas plantas e gramíneas. As novas áreas ajardinadas com hidrozonamento requerem irrigação durante as fases de crescimento das plantas e depois apenas em períodos prolongados de calor e seca.

● SISTEMAS DE REGA

Os sistemas de rega automática devem incluir sensores de evapotranspiração, sensores de humidade do solo e sensores de chuva para garantir a resposta climática. Medidas de eficiência hídrica, tais como a instalação de irrigação por gotejamento em linha e a utilização de rega por aspersão para áreas de relva reduzirão o consumo de energia relacionada com a água.

● FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA

Sujeita a regulamentos municipais, a água da chuva e a água cinzenta utilizada fora de casa diminui o consumo de água da rede e as necessidades energéticas associadas. Na maioria dos locais, a água da chuva também pode ser utilizada no interior das habitações para descarga de autoclismos e máquinas de lavar roupa.

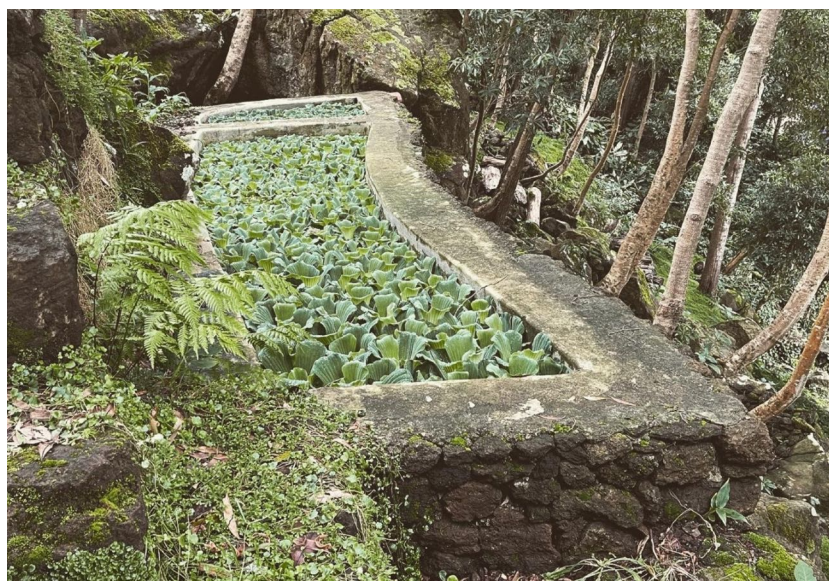


FIGURA 57 ● Exemplo de filtragem de água das chuvas para reutilização

● GESTÃO NO LOCAL DE ÁGUAS PLUVIAIS

Os princípios de conceção urbana sensível à água incorporados na conceção de paisagens e jardins, a pavimentação permeável e a retenção da vegetação existente ajudam a restaurar o equilíbrio hídrico local, retêm a humidade do solo e reduzem o consumo de água da rede.

● EQUIPAMENTOS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS E ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS

A utilização de água de chuva apresenta várias vantagens, como a redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento desta.

É importante, ecológica e financeiramente, não desperdiçar um recurso natural escasso, quando este pode estar disponível em abundância no nosso telhado.

Ajuda a conter as enchentes, retendo grande parte da água que teria de ser drenada para lagos e rios; encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais.

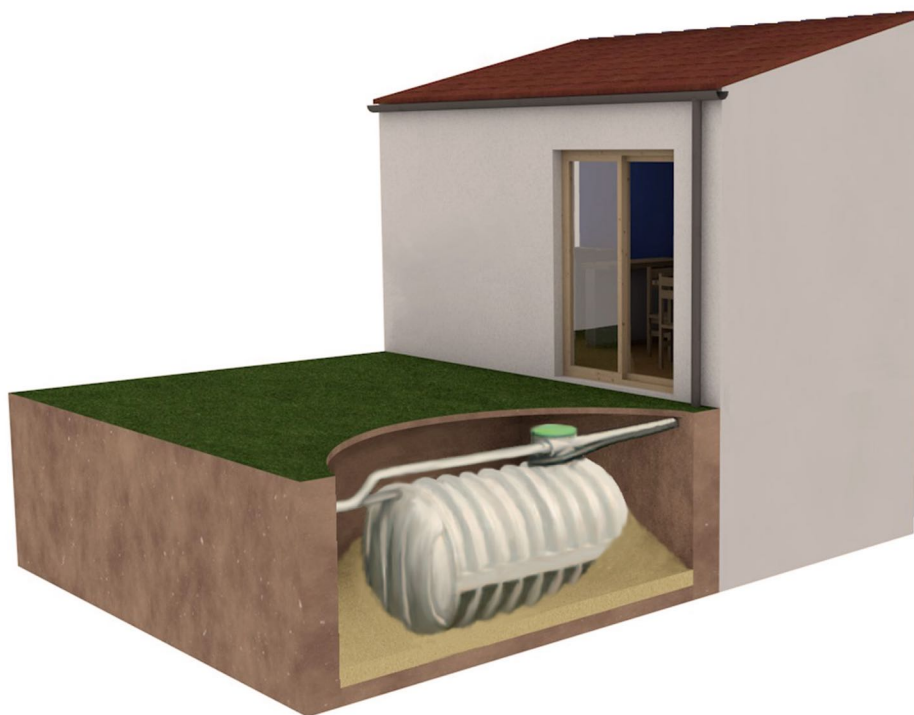


FIGURA 58 ● Cisterna de recolha de águas pluviais através de caleiro do telhado

As opções de tratamento recomendadas para águas cinzentas são diversas e incluem, geralmente, uma etapa de pré-tratamento para separação de sólidos, seguida de tratamento por processos de filtração (filtros de areia ou filtração no solo) ou processos biológicos como discos biológicos ou biomembranas.

No final da linha de tratamento existe, geralmente, uma etapa de desinfecção, destinada a garantir a qualidade microbiológica da água reciclada.

Após o tratamento, a utilização da água reciclada deve ser realizada assegurando o transporte através de uma rede independente da rede de água potável.

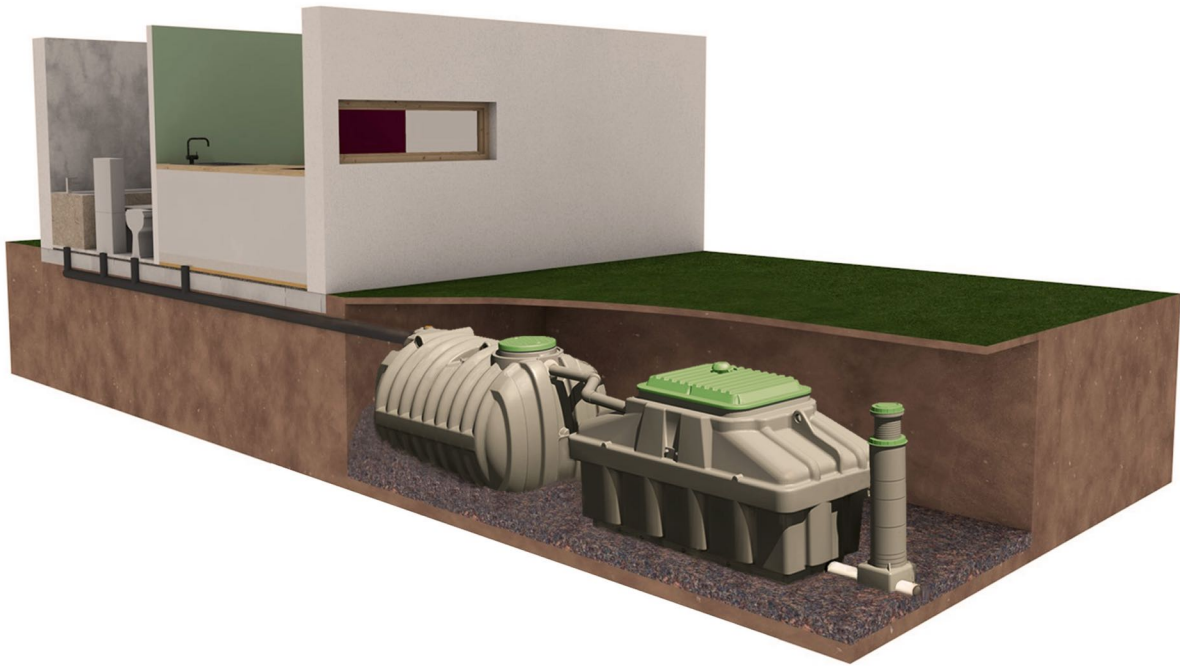


FIGURA 59 • Estação de tratamento de águas residuais



FIGURA 60 • Aproveitamento de água da chuva

● APARELHOS EFICIENTES EM TERMOS DE ÁGUA

Sistemas e aparelhos eficientes no uso de água, tais como sanitas, torneiras, chuveiros, máquinas de lavar roupa e máquinas de lavar louça reduzem substancialmente as emissões de gases com efeito de estufa ao reduzir a energia necessária para tratar e transferir água da rede para as residências. Uma melhor eficiência da água nos lares actua também como compensação para o uso crescente da dessalinização no abastecimento da rede, que tem uma maior procura de energia.

● CASAS DE BANHO SEM ÁGUA

A casa de banho de compostagem é uma alternativa *in loco* aos sistemas de esgotos centralizados que utilizam o mínimo energia e geralmente sem água. Desenhos passivos simples podem tornar os sanitários sem água mais fáceis e baratos de construir, monitorizar e manter. Tipicamente, as casas de banho de compostagem só são permitidas em áreas não pavimentadas em grandes blocos e requerem a aprovação do governo local.



FIGURA 61 ● Protótipo de casa de banho de compostagem (Fonte: Portal de Arquitetura e Construção Sustentável)

Fontes alternativas de água, tais como sistemas de tratamento de água cinzenta e de recolha de água da chuva no local, podem ajudar a poupar água utilizada da rede. Deve ter-se este facto em atenção!

● CANALIZAÇÃO EFICIENTE

Planear a configuração da sua habitação para garantir que a cozinha, a casa de banho, a sanita e a lavandaria estejam localizadas próximas umas das outras e na proximidade do seu sistema de água quente reduz a perda de calor através das canalizações e o desperdício de água, de ter de correr água fria parada na canalização enquanto espera que a água quente chegue. O isolamento das tubagens também ajuda a reduzir a perda de calor da água no caminho para a torneira (retardamento).

UTILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO DE FORMA A REDUZIR AS NECESSIDADES DE CONSUMO

4

Já vimos que uma boa conceção da casa pode ajudar os utilizadores a tomar decisões corretas todos os dias para reduzir o consumo de energia e as emissões de carbono. Segundo relatos de quem vive nas Ilhas, morar por lá é sinónimo de qualidade de vida. E ao contrário de Portugal Continental, os Açores têm apresentado um aumento na população ao longo dos anos, o que é muito bom para a região. As ilhas são seguras, pacatas e tranquilas.

4.1. COMPORTAMENTOS E ESTILOS DE VIDA

Uma boa conceção da casa pode ajudar os ocupantes a tomar decisões corretas todos os dias, para reduzir o uso de energia e as emissões de carbono.

Para melhorarmos a performance ambiental de um edifício, deverá se proceder à monitorização, gestão e comunicação de dados sobre o desempenho de uma casa, com o objetivo de identificar oportunidades para reduzir a utilização de energia e as emissões de GEE. É também recomendável o acesso a cursos para todos os residentes, sobre vida sustentável, através de conselhos locais e centros ambientais.

RECOMENDAÇÃO PCS

Fornecer informação aos residentes sobre a energia consumida e as emissões de carbono pode capacitar para que se alterem comportamentos.

Mas a forma como utilizamos as nossas casas e os comportamentos que encorajamos dentro delas também podem contribuir significativamente para a nossa pegada de carbono. Uma boa conceção de habitação pode suportar estilos de vida com baixo teor de carbono, ajudando os ocupantes a fazer escolhas diárias com baixo teor de carbono. As principais estratégias conduzem a mudanças de comportamento no que diz respeito à utilização de energia, gestão de resíduos operacionais e considerações relativas ao transporte.

A qualidade de vida no arquipélago é elevada, já que as ilhas estão rodeadas de mar e natureza, mas se melhorarmos os nossos hábitos de consumo e utilização de um edifício podemos estar a contribuir para essa mesma qualidade de vida em termos ambientais.

São Miguel e Terceira são as regiões mais desenvolvidas dos Açores. As pessoas levam uma vida normal, com tudo o que há em qualquer outra parte do mundo. Os moradores não sentem

falta do que está no continente, principalmente pelo fator de crescimento turístico na região. Pelo que, são locais onde andar a pé deve ser privilegiado em detrimento do automóvel.

O ponto "Monitorização e Gestão" já abordado neste Manual lembra a importância sobre a recolha e comunicação de dados sobre o desempenho de uma casa com o objetivo de identificar oportunidades para reduzir a utilização de energia e as emissões de GEE. Reduzir a produção de resíduos pensando no espaço de cozinha e despensa que incentivam os ocupantes comprar alimentos a granel em vez de dependerem de pequenos pacotes comprados frequentemente.



FIGURA 62 • Comércio local, com produtos a granel, economizando em embalagens

Os jardins produtivos (agricultura) reduzem a quantidade de alimentos comprados em lojas. A reutilização pode ser encorajada, mais uma vez por um amplo espaço de despensa para armazenar recipientes e outros artigos usados. As taxas de reciclagem podem ser melhoradas através de "separação na fonte". Na maioria dos casos, é encorajado algum nível de separação dos fluxos de resíduos antes da recolha municipal, por exemplo ao fornecer um armazenamento de contentores bem concebido que estimule a utilização consciente do sistema de reciclagem.

Embora não façam formalmente parte da pegada de carbono de uma nova casa, as emissões de GEE associadas ao transporte dos ocupantes podem ser influenciadas por uma nova conceção da casa.

Por exemplo, cerca de 80% das recargas de veículos elétricos podem ser realizadas em casa, e a facilidade com que uma casa se destina ao transporte ativo como a bicicleta terá um impacto no comportamento dos ocupantes. Pelo que, o uso de bicicleta é um aspeto fundamental da conceção de habitações de baixo carbono. Onde serão armazenadas, mantidas e como serão conduzidas para a rua e de volta? Permita pelo menos uma bicicleta por ocupante. Antecipar o crescimento na utilização de "eBikes", assegurando a existência de um ponto de energia dedicado disponível no local de armazenamento da bicicleta.

Se houver um compartimento para carros ou garagem, deverá se assegurar que um circuito de

carga dedicado é conduzido até esse local. O próprio ponto de carregamento pode ser instalado de modo a corresponder ao veículo elétrico específico escolhido, mas a instalação de um circuito adequado na fase de construção tornará o processo mais rentável.

4.2. COMO RESOLVER AMPLITUDES TÉRMICAS E A HUMIDADE

As paredes de fachada constituem grande parte da envolvente dos edifícios de habitação. Pelo facto de estarem em contacto direto com o ambiente exterior, são zonas propícias à ocorrência de grandes trocas de calor. Assim, os ganhos e as perdas de calor que se verificam através da envolvente opaca representam uma parcela significativa na energia consumida pelos edifícios para aquecimento e arrefecimento.

Assim sendo, este trabalho tem como objetivo principal avaliar o comportamento térmico e energético de várias soluções de fachada como elementos de envolvente opaca, nomeadamente, diferentes soluções construtivas em diferentes zonas climáticas, diferentes orientações solares, diferentes áreas de envidraçados e diferentes condições de fronteira, quer do pavimento quer da cobertura.

Qualquer edifício deve proporcionar condições de conforto térmico aos seus utentes, que podem ser asseguradas por diversos processos.

O uso de sistemas de climatização poderá colmatar, em parte, alguns dos problemas térmicos. No entanto, por razões económicas, o comportamento térmico deve ser essencialmente assegurado pela qualidade da envolvente térmica através da determinação da solução construtiva.

As trocas de calor são condicionadas por fatores externos, como a radiação solar, a temperatura exterior, entre outros. No entanto, outros fatores como o funcionamento de equipamentos e a ocupação são também importantes no balanço térmico dos edifícios.

O balanço energético dos edifícios é um instrumento essencial para a correta compreensão dos impactes que os diferentes fatores têm nas necessidades nominais de energia dos edifícios e da influência das soluções adotadas para a envolvente no desempenho térmico global.

Assim indicamos as recomendações mínimas para reduzir o efeito negativo de algumas pontes térmicas. No entanto, importa referir que a sua melhor prática é a sua eliminação completa.

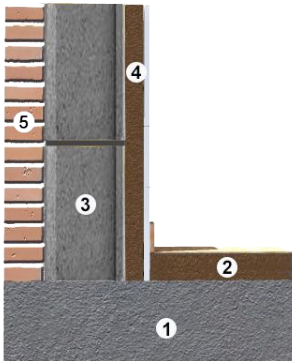
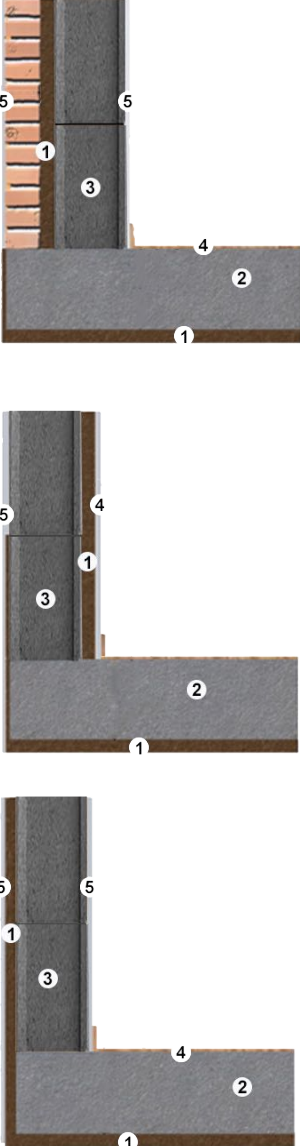
Não há grandes amplitudes térmicas nos Açores, o grande problema é mesmo a humidade. O que acaba por ser muito comum em edifícios e fachadas não ventiladas.

Mesmo com a colocação posterior de isolamento podem acontecer pontos frios nas paredes interiores, originando condensações, humidades e bolores.

Deve ter-se especial cuidado quando:

- É utilizado isolamento pelo interior;
- A estrutura de betão, lajes de solo e vigas de betão se encontram expostas;
- Salienta-se que o efeito negativo das pontes térmicas aumenta conforme se aumenta o nível de isolamento dos restantes elementos do edifício, sem corrigir estas.

TABELA 17 • Correção de pontes térmicas e recomendações do PCS

CORREÇÃO DE PONTE TÉRMICA	BOAS PRÁTICAS PCS
<p data-bbox="311 286 751 318">PAVIMENTOS ISOLADOS PELO INTERIOR</p>  <p data-bbox="260 743 804 775">(o isolamento é colocado sob o revestimento)</p>	<p data-bbox="1161 286 1270 318">LEGENDA</p> <ul data-bbox="963 338 1337 539" style="list-style-type: none"> 1 • Laje de piso 2 • Isolamento natural (cortiça) 3 • Bloco da região 4 • Gypcork® 5 • Revestimento e tijolo <p data-bbox="963 584 1469 674">Aplique o isolamento no solo contra a placa de gesso cartonado para evitar a ponte térmica.</p> <p data-bbox="963 689 1469 748">Nota: deve ter-se em atenção os ajustes nas zonas de portas e escadas.</p>
<p data-bbox="311 786 751 817">PAVIMENTOS ISOLADOS PELO EXTERIOR</p>  <p data-bbox="292 2011 772 2042">(o isolamento contorna toda a estrutura)</p>	<p data-bbox="1161 786 1270 817">LEGENDA</p> <ul data-bbox="963 927 1337 1128" style="list-style-type: none"> 1 • Isolamento natural (cortiça) 2 • Laje de piso 3 • Bloco da região 4 • Pavimento 5 • Revestimento e tijolo <p data-bbox="963 1323 1469 1547">Sempre que os pavimentos se encontrem expostos a locais não aquecidos, e se opte pelo isolamento pelo exterior, deve isolar-se tanto a parte em contacto com a zona não aquecida como o contorno de toda a estrutura, nos vários casos, como se indica nas imagens.</p> <ul data-bbox="963 1727 1458 1957" style="list-style-type: none"> 1 • Isolamento natural (cortiça, preferencialmente com desvão ventilado) 2 • Laje de piso 3 • Bloco da região 4 • Pavimento 5 • Reboco de acabamento

Deve ter-se sempre em conta a solução de reabilitação adequada a cada caso de ponte térmica.

4.3. MANUAL DE UTILIZAÇÃO DE UM EDIFÍCIO INSERIDO NA RAA

A última etapa de qualquer processo construtivo envolve a posterior manutenção. As empresas, nesta fase, devem estar absolutamente comprometidas com o edifício construído e disponibilizar o Manual de utilização do edifício construído, que tem como objetivo ressaltar que a durabilidade da edificação não só se relaciona aos fatores referentes ao projeto e execução da obra, mas também com o correto uso e manutenção por parte dos utilizadores.

O conceito de desempenho de um edifício, significa que a duração do edifício deve apresentar determinadas propriedades com o propósito de cumprir a sua função, quando sujeito a determinadas influências ou ações durante a sua vida útil. A vida útil é uma medida temporal da durabilidade de um produto, serviço ou, neste caso, de um edifício ou das suas partes (soluções construtivas). Pode, também, definir-se como o período de tempo em que um edifício e/ou os seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, cumprindo os níveis de desempenho previstos.

O Manual de utilização e manutenção de um edifício deve ser escrito em linguagem simples e direta, utilizando vocabulário preciso e adequado ao proprietário e ao condomínio. Recomenda-se, assim, o uso de recursos como ilustrações, desenhos esquemáticos, fotografias e tabelas.

A caracterização do edifício abrangerá não só os materiais e sistemas constituintes, como a documentação e caracterização geral, servindo de guia de consulta para o proprietário.

ÍNDICE RECOMENDADO:

- 1 ● ELEMENTOS DO LOTE DE TERRENO
 - a. Morada
 - b. Área do lote
 - c. Coordenadas geográficas
- 2 ● ELEMENTOS DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO
- 3 ● EMPREITEIRO: NOME E CONTACTO
- 4 ● ARQUITETURA: NOME E CONTACTO
 - a. Projeto de arquitetura
- 5 ● PROJETOS DE ESPECIALIDADES: NOME E CONTACTO
 - a. Estabilidade
 - b. Rede de distribuição de água potável
 - c. Rede de recolha de águas residuais

- d. Arranjos exteriores
- e. Projeto acústico
- f. Projeto térmico

6 • CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

- a. Desenho das soluções construtivas
- b. Materiais aplicados:
 - i. Estrutura
 - ii. Impermeabilizações
 - iii. Blocos
 - iv. Revestimento de paredes interiores e exteriores
 - v. Pavimentos
 - vi. Tetos
 - vii. Portas interiores e exteriores
 - viii. Loiças e torneiras
 - ix. Armários
 - x. Cobertura
- c. Vãos exteriores
- d. Rede de distribuição de água

As soluções construtivas constantes do Manual devem ter as instruções de desmonte e valorização, aquando do final da sua vida útil. Apresentar-se-á de seguida alguns pontos que devem ainda constar num Manual de Utilização e Manutenção, no âmbito de uma eficiência de recursos melhorada:

- Funcionamento de estores e persianas;
- Definição de funcionamento de equipamentos;
- Iluminação, como utilizar;
- Pormenores construtivos;
- Caracterização de materiais;
- Fichas de manutenção.

CONTACTOS DE EMPRESAS MENCIONADAS



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

- CARPINTARIA ARTUR OLIVEIRA

Rua Gonçalo Velho, N.º 53
Rabo de Peixe
Açores, PORTUGAL

+351 296 491 245 • +351 966 783 103 • arturmoliveira@sapo.pt
www.casasmadeiraacorianas.com

- GRUPO MARQUES

Rua Joaquim Marques, 34
9600-049, Ribeira Grande
Açores, PORTUGAL

+351 296 205 800 • grupomarques@grupomarques.org • www.grupomarques.org

- MBGOUVEIA

Loja:
Rua Dr. Francisco Sá Carneiro, nº5

Central de Madeiras:
Estrada Regional, 3-1ª nº39
9600-161 Vila de Rabo de Peixe
Açores, PORTUGAL

+351 296 490 120 • geral@mbgouveia.pt • mbgouveia.pt

CONTINENTE

- AMORIM CORK INSULATION

Rua da Corticeira, nº 66
4535-173 Mozelos
PORTUGAL

+351 227 419 100 • info.aci@amorim.com • www.amorimcorkinsulation.com

- BOAVISTA

Rua de Santa Apolónia, N° 274 - armazém M
4410-022 Vila Nova de Gaia
PORTUGAL

+351 222 080 777 • hello@boavistawindows.com • boavistawindows.com/pt

- EURONIT

A-601 Segovia-Valladolid km 21 - Parque Empresarial Portillo
47160 Portillo - Valladolid
ESPAÑA

+351 933 108 340 • +34 635 024 899 • www.euronit.pt

- EXTRUPLÁS

Rua dos Serralheiros, 6
Estrada do Marco do Grilo
2840-073 Aldeia de Paio Pires
PORTUGAL

+351 212 104 348 • geral@extruplas.com • www.extruplas.com

- FASSA BORTOLO

Zona Industrial de São Mamede
2495-036 Batalha
PORTUGAL

+351 244 709 200 • fassalusa@fassabortolo.com • www.fassabortolo.pt

- FIBROLITE

Avenida de Poldrões, n° 10
4795-006 Vila das Aves
PORTUGAL

+351 252 820 070 • comercial@fibrolite.pt • www.fibrolite.pt

- GLOBALDIS - DISTRIBUIÇÃO GLOBAL DE MATERIAIS, S.A.

Rua da Vicaima
3730-535 Codal - Vale de Cambra
PORTUGAL

+351 256 426 400 • geral@globaldis.pt • www.globaldis.pt

- GOMA BY FLOWCO

Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 537
4200-072 Porto
PORTUGAL

+351 913 225 169 • +351 912 270 196 • comercial@goma.eco • goma.eco

- GYPTEC IBÉRICA

Parque Industrial e Empresarial da Figueira da Foz, Lote 3 - S. Pedro
3090-380 Figueira da Foz
PORTUGAL

+351 233 403 050 • +351 965 669 059 • geral@gypotec.eu • gypotec.eu

- KERAKOLL

Núcleo Empresarial da Venda do Pinheiro - Bloco 2 - Fracção 97
2665-602 Venda do Pinheiro MFR
PORTUGAL

+351 219 862 491 • info@kerakoll.pt • www.kerakoll.com/pt-pt

- KNAUF INSULATION

Irma Assunção - Gerente Comercial em Portugal

+351 963 703 473 • irma.assuncao@knaufinsulation.com • www.knaufinsulation.pt

- OBO BETTERMANN

Estrada Nacional Nº 249, Km 4,2; Arm. A - Esq.
2635-047 Rio de Mouro
PORTUGAL

+351 219 253 220 • info@obo.pt • www.obo.pt

- PREMIER TECH - PORTUGAL

Rua da Cerâmica - Broega
2870-502 Montijo
PORTUGAL

+351 211 926 720 • www.premiertechaqua.com/pt-pt

- RAIN BIRD

+351 964 152 637 - André Correia • www.rainbird.com/pt-pt

- REYNAERS

Parque Industrial Manuel da Mota
Avenida Infante D. Henrique, nº 17, Apt. 234
3100-354 Pombal
PORTUGAL

+351 236 209 630 • portugal@reynaers.com • www.reynaers.pt

- ROCKWOOL

Ctra. de Zaragoza. Km. 53,5 / N-121
31380, Caparrosa, Navarra
ESPAÑA

PORTUGAL: Enrique Gómez

+351 911 885 007 • www.rockwool.com/pt

● SANINDUSA

Zona Industrial Aveiro Sul

Apartado 43

3811-901 Aveiro

PORTUGAL

+351 234 940 250 • sanindusa@sanindusa.pt • www.sanindusa.pt

● SECILTEK

Secil Martingança SA, Maceira - Leiria

2409 909 Maceira LRA

PORTUGAL

+351 244 770 220 • comercial.seciltex@secil.pt • www.seciltex.com

● VICAIMA

Apartado 9

3730-953 Vale de Cambra

PORTUGAL

+351 256 426 300 • vicaima@vicaima.com • www.vicaima.com/pt

● VOLCALIS

Zona Industrial de Bustos, Azurveira

3770-011 Bustos

PORTUGAL

+351 234 751 533 • geral@volcalis.pt • www.volcalis.pt/

● VULCANO

Av. Infante D. Henrique - Lotes 2E e 3E

1800-220 Lisboa

PORTUGAL

+351 218 500 300 • info.vulcano@pt.bosch.com • www.vulcano.pt

● PORTAL DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Rua dos Chãos, nº 84, 2º frente

4710-230 Braga

PORTUGAL

+351 253 466 591 • +351 911 099 099 • +351 927 553 582 • csustentavel@csustentavel.com
www.csustentavel.com

BIBLIOGRAFIA

A segurança sísmica na reabilitação de edifícios - Enquadramento e dimensão política • Carlos Sousa Oliveira, Aníbal Costa, Ema Coelho, Paula Teves Costa, Rogério Bairrão, Mário Lopes, Rui Carrilho Gomes • Direcção da Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES) • 2012

Açores - Cidade e Território • Antonieta Reis Leite • Universidade de Coimbra - Departamento de Arquitectura da Faculdade de Ciências • 2012

Arquitetura em Madeira no Arquipélago dos Açores: Um estudo sobre desempenho ambiental • João Tavares de Sousa Reis Leite • Instituto Superior Técnico Lisboa - Arquitectura • 2019

Atlas Climático dos Arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores - Temperatura do Ar e Precipitação (1971-2000) • Agencia Estatal de Meteorología - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Instituto de Meteorologia de Portugal • 2011

Balço Energético - Região Autónoma dos Açores 2019 • República Portuguesa - Ambiente e Acção Climática. Direcção Geral de Energia e Geologia • 2021

Cenários Sísmicos em Ponta Delgada • Liliana João Pereira de Matos Maia • Universidade de Lisboa - Faculdade de Ciências - Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia • 2011

Contribuição para o estudo da qualidade ecológica das lagoas dos Açores - Fitoplâncton e diatómeas bentónicas • Vitor Manuel da Costa Gonçalves • Universidade dos Açores • 2008

Contribuição para o Planeamento de Emergência no Concelho da Praia da Vitória: Caso de Estudo na Freguesia da Agualva (Terceira, Açores) • Mónica de Fátima Machado Ourique • Departamento de Geociências - Universidade dos Açores • 2013

Estratégia de Investigação e Inovação para a Especialização Inteligente da Região Autónoma dos Açores - RIS3 AÇORES • SPI Açores • 2014

Estratégias passivas para a optimização do desempenho energético de edifícios no âmbito do REH • Tânia Marisa Bárrios Leitão • Universidade da Beira Interior - Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura • 2015

Evolução das Soluções de Reabilitação Recente nos Açores Motivada pela Actividade Sísmica • Francisco Mota Vieira Rodrigues da Câmara • Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto • 2010

Geodinâmica e perigosidade natural nas ilhas dos Açores • António de Brum Ferreira • 2005

Guia para a reabilitação energética de edifícios - para Arquitectos • Aline Guerreiro (PCS), Paulo Mendonça (EAUM) • Edição: Portal da Construção Sustentável • 2ª Edição • 2015

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas • IPCC • 2018

IRERPA - Inventário Regional de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos - Emissões de Gases com Efeito de Estufa na Região Autónoma dos Açores de 1990 a 2018 • 2020

ITE 54 Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos Opacos da Envolvente dos Edifícios (Soluções construtivas das Regiões Autónomas) • Carlos A. Pina dos Santos e Rodrigo Rodrigues • LNEC

Manual de Boas Práticas para a Gestão Florestal nos Açores • Direção Regional dos Recursos Florestais • 2016

Manual de Eficiência Energética para a Administração Pública • eco.ap • PO SEUR – Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos • 2020

Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações Residenciais: Avaliação do conteúdo a fim de aumentar a utilidade para a construção civil e para o usuário • Cláudia Maria Basso Poli • Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil • 2017

O Clima dos Açores - Monografia • Eduardo Manuel Vieira de Brito de Azevedo • Centro do Clima, Meteorologia e Mudanças Globais da Universidade dos Açores • 2001

O contributo da reabilitação para o turismo cultural dos Açores - O caso da Ilha de São Miguel • André Pereira Vieira • Escola de Tecnologias e Arquitetura - Departamento de Arquitetura e Urbanismo • 2017

Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030) • PORTUGAL • 2019

Portal de Arquitetura e Construção Sustentável • www.csustentavel.com

PRAC - Programa Regional para as Alterações Climáticas dos Açores Impactes, Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação para o Setor da Saúde Humana • 2017

Relatório do Estado de Ambiente dos Açores 2017-2019 - Clima e Alterações Climáticas • Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas - Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas • 2019

Relatório do Estado de Ambiente dos Açores 2017-2019 • Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas - Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas • 2019

Seminário reVer - Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído • Livro de Atas do Seminário reVer. Porto, 28 de março de 2015 • Editores: Ricardo Mateus, Jorge Fernandes, Luís Bragança, Manuela Almeida, Sandra Silva, Paulo Mendonça, Helena Gervásio • Publicado pela Universidade do Minho • 2015

ÍNDICE DE IMAGENS

FIGURA 1 • Temperatura e precipitação do Grupo Central da RAA (PRAC - Azevedo, 2016)	12
FIGURA 2 • Ilha do Pico vista desde o Faial (Créditos: Ávila e Sousa)	13
FIGURA 3 • Mapa da RAA e relação aos continentes circundantes (Adaptado de Pierre de Sousa Lima 1997)	14
FIGURA 4 • Mapa do arquipélago dos Açores (Fonte: Google Earth)	14
FIGURA 5 • Ilhéu das Formigas (Fonte: escapadinhas.org)	15
FIGURA 6 • Emissões na RAA em 2018 (Adaptado de IRERPA 2020)	16
FIGURA 7 • Comparação entre o perfil de emissões na RAA e o Total Nacional em 2018 (Adaptado de IRERPA 2020)	17
FIGURA 8 • Quota global da ENERGIA FINAL dos edifícios e da construção (Adaptado de Global Status Report 2017)	18
FIGURA 9 • Quota global das EMISSÕES dos edifícios e da construção (Adaptado de Global Status Report 2017)	19
FIGURA 10 • Consumo de ENERGIA FINAL em Portugal (Adaptado de DGEG)	20
FIGURA 11 • Consumo de ENERGIA ELÉTRICA em Portugal (Adaptado de DGEG)	20
FIGURA 12 • Nova etiqueta energética (Fonte: Adene)	21
FIGURA 13 • Distribuição do consumo de energia final nos Países Membros da UE, 2013 (Adaptado de Eurostat)	22
FIGURA 14 • Emissões diretas e indiretas do sector da construção (Adaptado de EEA)	23
FIGURA 15 • Pedreira de basalto - pedra natural e abundante no arquipélago dos Açores	24
FIGURA 16 • Caparica Azores Ecolodge (Terceira) - Madeira de criptoméria no revestimento de teto e piso em microcimento tingido com bagacina	26
FIGURA 17 • A floresta de Criptoméria nos Açores tem sofrido uma desflorestação em grande escala desta espécie	28
FIGURA 18 • Madeira de Criptoméria em preparação para ser usada nos edifícios	30
FIGURA 19 • Centro de Observação de Aves Marítimas dos Açores em madeira de Criptoméria	30

FIGURA 20 • Estratégias passivas	37
FIGURA 21 • Evolução dos edifícios ao longo dos anos (Adaptado de: ADENE).....	38
FIGURA 22 • Enchimento de caixa-de-ar através de furos na parede	41
FIGURA 23 • Isolamento aplicado pelo interior	42
FIGURA 24 • Fixação da placa Gypcork ®.....	43
FIGURA 25 • Isolamento pelo exterior - Sistema ETICS (na parede).....	44
FIGURA 26 • Isolamento pelo exterior em fachada ventilada	45
FIGURA 27 • Soluções de isolamento de pavimentos pelo exterior.....	46
FIGURA 28 • Isolamento de pavimento.....	47
FIGURA 29 • CLT - Cross Laminated Timber	48
FIGURA 30 • Comparação das várias soluções construtivas em termos de consumo de energia (GJ/m ²) para sua elaboração e produção.....	49
FIGURA 31 • Paredes estruturais em CLT	49
FIGURA 32 • Exemplo de acabamento para madeiras	50
FIGURA 33 • Exemplo de parede pré-fabricada em madeira de criptoméria com isolamento em la mineral.....	50
FIGURA 34 • Apoiado sobre estrutura de aço.....	51
FIGURA 35 • Solução com estrutura de CLT com fachada ventilada	51
FIGURA 36 • Isolamento de cobertura inclinada não habitada com estrutura de madeira	52
FIGURA 37 • Isolamento de cobertura inclinada não habitada	53
FIGURA 38 • Isolamento de cobertura inclinada	53
FIGURA 39 • Isolamento de cobertura plana	54
FIGURA 40 • Cobertura ajardinada - Angra do Heroísmo - Terceira	54
FIGURA 41 • Exemplo de uma cobertura realizada com materiais endógenos (bagacina), utilizando um isolamento natural, a cortiça, que também é distribuído no arquipélago.	55
FIGURA 42 • Camadas base para coberturas ajardinadas (Adaptado de Architizer)	56
FIGURA 43 • Pormenor janela.....	57
FIGURA 44 • Caixilho em criptoméria pintado de branco.....	57
FIGURA 45 • Etiqueta energética CLASSE +.....	58
FIGURA 46 • Ventilação natural	59
FIGURA 47 • Ventilação híbrida	60
FIGURA 48 • Ventilação com recuperador de calor	61
FIGURA 49 • Identificação de zonas de melhorias recomendadas descritas na Tabela 10.....	62
FIGURA 50 • Esquema de economia circular a imitar a natureza (Adaptado de The European	

Business Review).....	66
FIGURA 51 • Eficiência energética dos diferentes tipos de lâmpadas (lm/W - lúmen / Watt) (Adaptado de OSRAM).....	72
FIGURA 52 • Etiqueta energética antiga e nova	74
FIGURA 53 • Módulos em CLT (PCS), com coberturas verdes de sedum e fornecimento de energia e AQS a partir de painéis híbridos	76
FIGURA 54 • Exemplo de pequena turbina eólica.....	76
FIGURA 55 • Exemplo de "mini-hídrica"	77
FIGURA 56 • Equipamento para medição de consumo de energia	78
FIGURA 57 • Exemplo de filtragem de água das chuvas para reutilização.....	79
FIGURA 58 • Cisterna de recolha de águas pluviais através de calheiro do telhado.....	80
FIGURA 59 • Estação de tratamento de águas cinzentas.....	81
FIGURA 60 • Aproveitamento de água das chuvas.....	81
FIGURA 61 • Protótipo de wc de compostagem (Fonte: Portal de Arquitetura e Construção Sustentável).....	82
FIGURA 62 • Comércio local, com produtos a granel, economizando em embalagens	84

ÍNDICE DE TABELAS

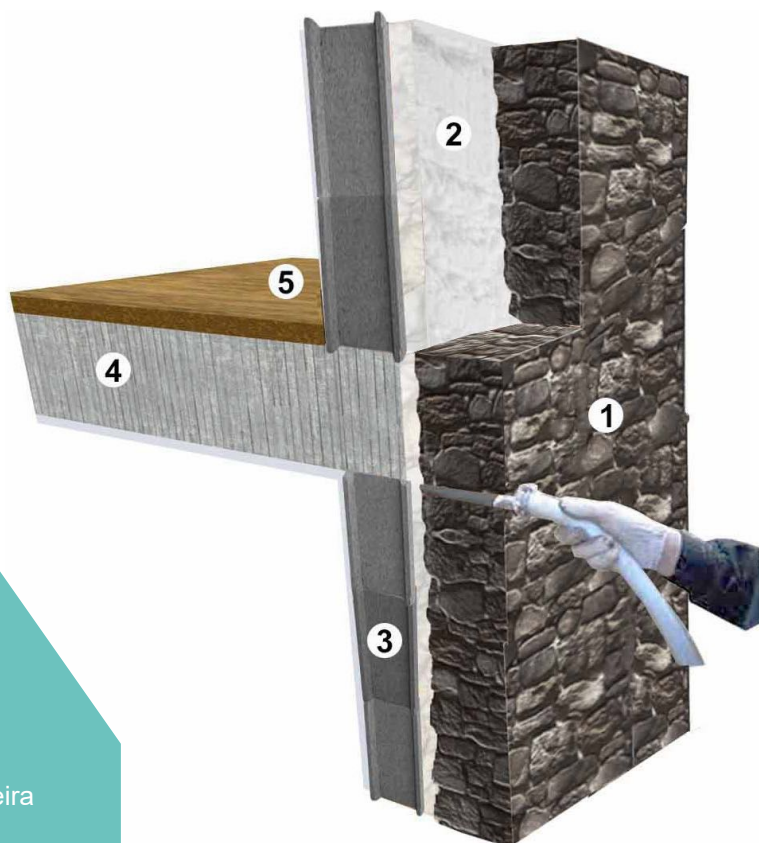
TABELA 1 • Grupos das ilhas dos Açores	15
TABELA 2 • Recursos endógenos e seu uso no sector da construção	25
TABELA 3 • Áreas florestais por ilha e por espécie (ha) (Adaptado de Direção Regional dos Recursos Florestais da RAA).....	27
TABELA 4 • Valores médios e totais das variáveis da Criptoméria dendrométricas nos Açores (Adaptado de Inventário Florestal RAA, 2007).....	29
TABELA 5 • Tipos de rocha por ilha (Fonte: Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas da RAA).....	31
TABELA 6 • Extração, Impactes e compensação entre a pedra e a madeira	34
TABELA 7 • Materiais para a construção distribuídos nos Açores	35
TABELA 8 • Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos dos elementos da envolvente opaca dos edifícios de habitação - Região Autónoma dos Açores, $U_{máx}$ [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]	39
TABELA 9 • Coeficientes de transmissão térmica de referência em edifícios de habitação	39
TABELA 10 • Melhorias recomendadas a cada situação	63
TABELA 11 • Oportunidades e melhorias em eficiência energética	64
TABELA 12 • Intervalo de retorno de sismos.....	64
TABELA 13 • Relação intensidade, magnitude, efeitos e ilhas.....	65
TABELA 14 • Tipo de iluminação por área da casa	71
TABELA 15 • Iluminância recomendada por atividade (DIN 5035).....	71
TABELA 16 • Potenciais de poupança (Adaptado de Philips)	73
TABELA 17 • Correção de pontes térmicas e recomendações do PCS.....	86

ANEXOS



CÁLCULOS DAS SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS APRESENTADAS NO MANUAL

● ENCHIMENTO DE CAIXA-DE-AR ATRAVÉS DE FUROS NA PAREDE



LEGENDA

- 1 ● Pedra de basalto
- 2 ● Espuma de isolamento biológica
- 3 ● Blocos da região
- 4 ● Laje de betão
- 5 ● Pavimento em madeira

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA, PREENCHIDA COM ISOLAMENTO ECOLÓGICO PROJETADO (REABILITAÇÃO)	PAREDE EM BASALTO	CAIXA-DE-AR	BLOCOS DA REGIÃO	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	30	4	10	0,52

PAREDE BLOCO + BASALTO + ISOFOR 4 CM PÁGINA 41

CAMADA		λ (W/m.°C)	e (m)	R (m ² .°C/W)
Rse				0,040
PAREDE DE BASALTO	ITE54 pg I.31	-	0,300	0,210
CAIXA-DE-AR			-	
ISOLAMENTO ISOFOR	resina de ureia expandida	0,031	0,040	1,290
BLOCO BETÃO AÇORES	ITE54 pg I.53		0,100	0,230
REBOCO TRADICIONAL		1,30	0,015	0,012
Rsi				0,130
			0,455	1,912

COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA U = 0,52 [W/(m².°C)]

● ISOLAMENTO APLICADO PELO INTERIOR



LEGENDA

- 1 ● Laje de betão
- 2 ● Pavimento em madeira sobre isolamento
- 3 ● Isolamento pelo interior Gypcork®
- 4 ● Pedra de basalto

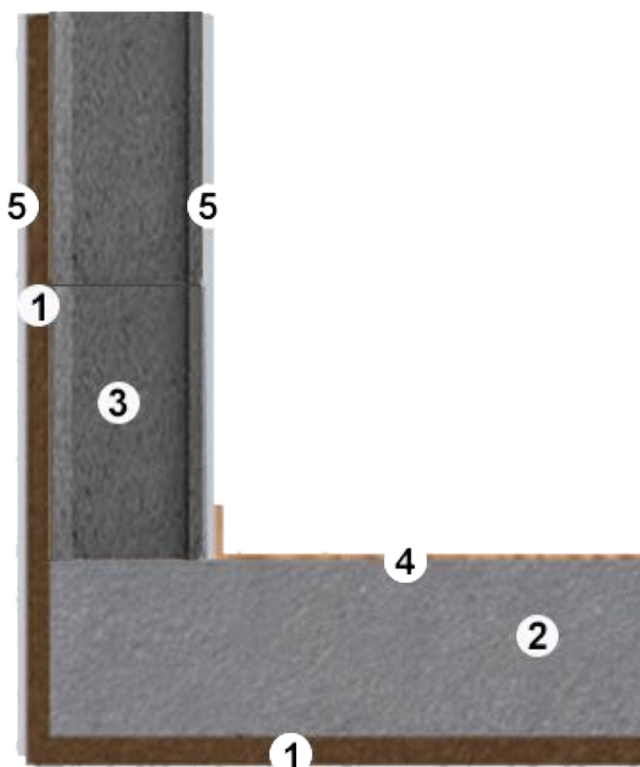
SOLUÇÃO DE PAREDE EXTERIOR, ISOLADA PELO INTERIOR COM GYPCORK® (REABILITAÇÃO)	PAREDE EM BASALTO	PLACA COMPOSTA GYPCORK®	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	30	7,3	0,51

PAREDE DE BASALTO + GYPCORK® + ICB 6 CM PÁGINA 42

CAMADA		λ (W/m.°C)	e (m)	R (m ² .°C/W)
Rse				0,040
PAREDE DE BASALTO	ITE54 pg I.31	-	0,300	0,230
CAIXA-DE-AR			-	0,000
GYPCORK®	60 mm cortiça mais BA13		0,073	1,570
Rsi				0,130
			0,373	1,970

COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA U = 0,51 [W/(m².°C)]

● ISOLAMENTO PELO EXTERIOR (SISTEMA ETICS NA PAREDE)



LEGENDA

- 1 ● Isolamento em cortiça
- 2 ● Laje de betão
- 3 ● Blocos da região
- 4 ● Pavimento
- 5 ● Acabamento

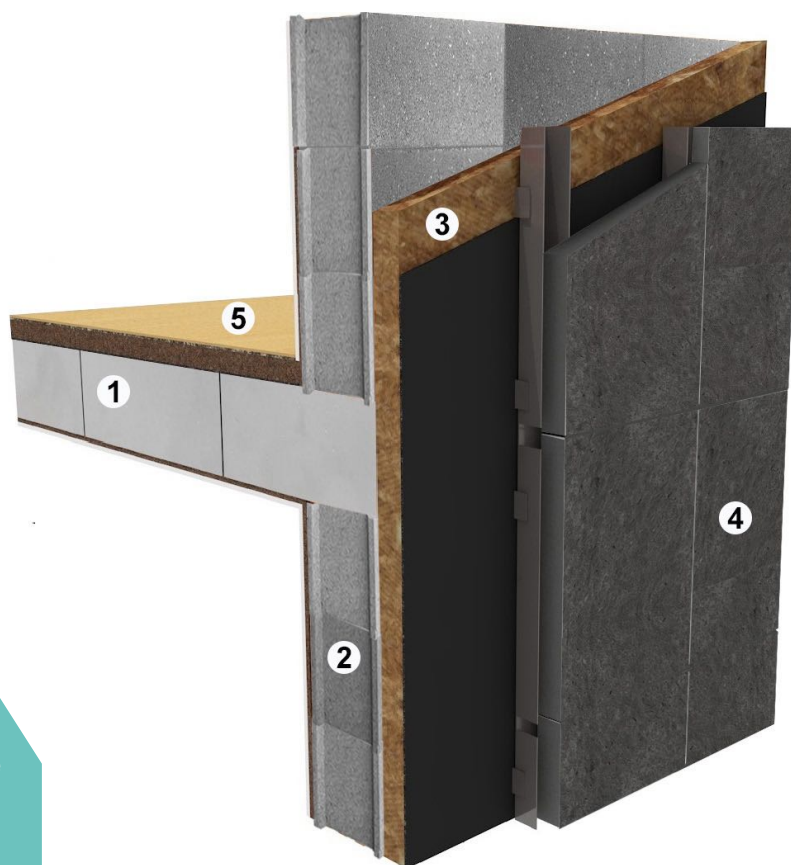
SOLUÇÃO DE PAREDE EXTERIOR ISOLADA COM SISTEMA ETICS (CORTIÇA)	ISOLAMENTO	BLOCOS DA REGIÃO	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	6	20	0,48

PAREDE BLOCO + ETICS + ICB 6 CM PÁGINA 44

CAMADA		λ (W/m.°C)	e (m)	R (m ² .°C/W)
Rse				0,040
REVESTIMENTO ETICS	WEBER ETAG004	-	-	0,020
ISOLAMENTO ICB	Amorim Cork Insulation	0,039	0,060	1,538
BLOCO BETÃO AÇORES	ITE54 pg 1.53		0,200	0,330
REBOCO TRADICIONAL		1,30	0,015	0,012
Rsi				0,130
			0,275	2,070

COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA U = 0,48 [W/(m².°C)]

● ISOLAMENTO PELO EXTERIOR EM FACHADA VENTILADA



LEGENDA

- 1 ● Laje de betão
- 2 ● Blocos da região
- 3 ● Isolamento em lã mineral com tela de impermeabilização
- 4 ● Revestimento em pedra de basalto
- 5 ● Pavimento em madeira

SOLUÇÃO DE PAREDE EXTERIOR EM FACHADA VENTILADA (REABILITAÇÃO)	REVESTIMENTO EM BASALTO	ISOLAMENTO LÃ MINERAL	BLOCOS DA REGIÃO	$U_{\text{parede exterior}}$ [W/(m ² .°C)]
PARA ESPESSURAS (EM CM):	5	6	20	0,45

PAREDE BLOCO + FACHADA VENTILADA + VOLCALIS 6 CM PÁGINA 45

CAMADA		λ (W/m.°C)	e (m)	R (m ² .°C/W)
Rse				0,040
REVESTIMENTO BASALTO		-	-	
ISOLAMENTO LÃ MINERAL	Volcalis Alpha véu negro	0,035	0,060	1,714
BLOCO BETÃO AÇORES	ITE54 pg 1.53		0,200	0,330
REBOCO TRADICIONAL		1,30	0,015	0,012
Rsi				0,130
			0,275	2,226

COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA U = 0,45 [W/(m².°C)]



GOVERNO
DOS AÇORES



PLANCLIMAC



Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



MAC 2014-2020
Cooperação Territorial