

Nuno Miguel Santos Tedim Macieira Guerra

Rotulagem Ecológica - Compostos Orgânicos Voláteis (COV) nos produtos de construção

Rótulos ecológicos UE, EUA, valores-limite legais e proposta de avaliação
da emissão COV em produtos comercializados em Portugal

Orientador: Marisa Isabel Azevedo de Almeida Fernandes

Coorientador: Daniela Valente Simões dos Santos

Coimbra, 2021

Nuno Miguel Santos Tedim Macieira Guerra

Rotulagem Ecológica - Compostos Orgânicos Voláteis (COV) nos produtos de construção

Rótulos ecológicos UE, EUA, valores-limite legais e proposta de avaliação
da emissão COV em produtos comercializados em Portugal¹

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária
de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à
obtenção do grau de mestre em **Gestão Ambiental**

Orientador: Marisa Isabel Azevedo de Almeida Fernandes

Coorientador: Daniela Valente Simões dos Santos

Coimbra, 2021

¹ O presente relatório de estágio encontra-se redigido ao abrigo do antigo acordo ortográfico.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Agradecimentos

Não posso deixar de mencionar as pessoas que me apoiaram nesta fase académica. Como tal, gostaria de agradecer às seguintes pessoas:

- Aos meus pais e irmãos;
- Aos meus colegas do CTCV Brandon Luz, Maria Santos e Mário Duarte;
- À minha antiga responsável de Unidade do CTCV e actual directora do departamento de Ambiente e Assuntos Europeus da APICER, Susana Rodrigues;
- À minha actual responsável de Unidade do CTCV e orientadora Doutora Marisa Almeida;
- Professora Doutora Daniela Santos;
- Colegas de curso Cristina Barbosa e Pedro Antunes;
- Mariana.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Resumo

Os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) podem causar dano a curto, médio ou longo prazo, conforme o tipo e concentrações das substâncias e são capazes de ser emitidos por uma elevada gama de produtos. As concentrações de COV no interior são muito mais elevadas do que no exterior dos edifícios e podem causar várias complicações, desde cefaleias, desenvolvimento de cancro e de síndromes, como o Síndrome do Edifício Doente (SED) e Doenças Relacionadas com o Edifício (DRE).

A publicação do Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de Dezembro representa um passo importante no sentido da monitorização dos parâmetros ambientais, suprimindo lacunas das peças legislativas anteriores, nomeadamente, a definição da periodicidade e da obrigatoriedade da avaliação de Qualidade do Ar Interior (QAI) ser realizada por pessoal devidamente credenciado.

Os rótulos ambientais podem ser ferramentas úteis na decisão por um produto em detrimento de outro. Para fazer a escolha certa, o consumidor tem de estar devidamente informado, caso contrário, o risco de opções erradas ou inadequadas é elevado. No entanto, o número crescente e a qualidade diferenciada dos rótulos ambientais resultam num desafio acrescido para os consumidores.

Os rótulos ecológicos são um instrumento que promove a inovação e desenvolvimento tecnológico, desafiando as empresas a melhorarem o desempenho dos seus produtos, de forma a se diferenciarem da concorrência.

A União Europeia (UE) tem caminhado no sentido de harmonizar os rótulos ecológicos, através da elaboração de normas de ensaio, tendo-se constatado uma diferença substancial face a 2005, nomeadamente em relação às normas de ensaio, duração dos ensaios e valores-limite.

No desenvolvimento de um rótulo ecológico de produtos comercializados em Portugal, deve-se definir critérios diferentes de avaliação de COV, consoante a categoria dos produtos, e atribuir um único tipo de certificado.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Abstract

Volatile Organic Compounds (VOC) can cause short, medium or long-term damage depending on the type and concentrations of substances and are emitted by a high range of products. VOC's concentration indoor are much higher than outside buildings and can cause various complications, from headaches, cancer development and syndromes such as Sick Building Syndrome (SBS) and Building Related Illness (BRI).

The publication of Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de Dezembro, represents an important step towards monitoring environmental parameters, removing gaps in previous legislative pieces, namely the definition of the periodicity and mandatory assessment of Indoor Air Quality (IAQ) being carried out by properly accredited personnel.

Environmental labels can be useful tools to choose one product over another. To make the right choice, the consumer has to be properly informed, otherwise the risk of wrong or inappropriate choices is high. However, the growing number and differentiated quality of environmental labels result in an increased challenge for consumers.

The Ecolabel is an instrument that promotes innovation and technological development, challenging companies to improve the performance of their products, to differentiate themselves from the competition.

The European Union (EU) has been moving towards harmonizing ecolabels, through the elaboration of European Standard, having observed a substantial difference compared to 2005, namely the standard, duration of tests and limit values.

When developing an ecolabel for products marketed in Portugal, different VOC assessment criteria must be defined, depending on the category of products and a single type of certificate should be assigned.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Quadros	ix
Nomenclatura	xi
Siglas	xii
1. Introdução	1
2. Qualidade do ar interior	3
2.1 Considerações gerais.....	3
2.2 Factores que afectam a QAI	4
2.3 COV no ar interior	6
2.4 COV emitidos por produtos de construção.....	9
2.5 Legislação portuguesa de QAI	10
2.6 Legislação portuguesa COV – tintas decorativas e vernizes	14
2.7 Estudos de QAI em Portugal.....	15
3. Rótulos ambientais, ecológicos e legislação europeia	21
3.1 Enquadramento.....	21
3.2 Vantagens e constrangimentos dos rótulos ecológicos	25
3.3 Programas de edifícios sustentáveis	26
3.4 Rótulos Ecológicos.....	27
3.5 União Europeia e a Emissão de COV por produtos de construção	39
3.5 Legislação existente	42
3.6 Métodos de Ensaio.....	47
4. Comparações	57
4.1 Comparação de métodos de ensaio entre rótulos ecológicos e legislações.....	60
4.2 Comparação entre avaliações sensoriais	62
4.3 Comparação dos critérios e duração das avaliações de cada rótulo ecológico	63

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

4.4 Comparação dos valores-limite, ao fim de 3 dias – Rótulos ecológicos	66
4.5 Comparação dos valores-limite, ao fim de 28 dias – Rótulos ecológicos	67
4.6 Comparação dos valores-limite – Quadro legal	71
5. Proposta de avaliação de COV, em rótulo ecológico de produtos comercializados em Portugal.....	73
6. Conclusão	75
Referências	77

Lista de Figuras

Figura 1 – Rótulos Ecológicos EU Ecolabel, Nordic Swan e Blue Angel.....	23
Figura 2 - Diversidade de simbologia com o mesmo significado. Falta de padronização.....	23
Figura 3 - Rótulo de classificação energética da UE.....	24
Figura 4 - Rótulo ecológico Blue Angel.....	27
Figura 5 - Evolução do número de empresas que aderiram ao rótulo ecológico Blue Angel, entre 1978 e 2018.....	28
Figura 6 - Rótulos EMICODE	30
Figura 7 - Rótulo Das Kork-Logo	31
Figura 8 - Rótulo Natureplus	32
Figura 9 - Rótulo ecológico M1	33
Figura 10 - Rótulo DICL.....	33
Figura 11 - Rótulo Nordic Swan Ecolabel	34
Figura 12 - Classificação do rótulo Bygghälsesymbolen: recomendado (verde), aceite (amarelo) e a evitar (vermelho)	35
Figura 13 - Rótulo ecológico Österreichische Umweltzeichen.....	35
Figura 14 - Rótulo EU Ecolabel	36
Figura 15 - Rótulo ecológico FloorScore	38
Figura 16 – Rótulo ecológico Indoor Advantage Gold.....	39
Figura 17 - Esquema AgBB, adaptado	44
Figura 18 - Rótulo Ecológico da Legislação Francesa	45
Figura 19 - Amostras e selecção de espécimes, adaptado.....	49
Figura 20 - Elementos que compõem um teste de câmara de emissões de COV.....	51
Figura 21 - Câmara de teste.	51
Figura 22 - Tubo com Tenax TA acoplado à câmara de teste (no interior de uma forma oval azul) e 5 pontos de recolha de amostra de ar da câmara (no interior de uma forma oval amarela). 54	

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Lista de Quadros

Quadro 1 - Factores a serem incluídos nas directrizes de QAI.....	6
Quadro 2 - Classificação dos COV em espaços interiores, de acordo com a OMS	7
Quadro 3 – COV facilmente identificados e as suas fontes de emissão	7
Quadro 4 - COV mais identificados das emissões de produtos de construção.....	10
Quadro 5 - Limiar de proteção e margem de tolerância para os poluentes físico-químicos.....	12
Quadro 6 - Limiares de proteção para COV específicos a considerar na verificação da conformidade dos COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12
Quadro 7 - Teor máximo de COVT para as tintas decorativas e vernizes, adaptado.....	15
Quadro 8 - Número de medições por parâmetro, intervalos de variação e limiares de protecção definidos para edifícios de comércio e serviços, definidos na Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de Julho.	17
Quadro 9 - Dados estatísticos (média e desvio padrão) da concentração de poluentes de ar interior, em edifícios de escolas primárias e legislação aplicável.	18
Quadro 10 - Dados estatísticos (média e desvio padrão) da concentração de poluentes de ar interior, em edifícios de infantário e de escolas primárias e legislação aplicável.	19
Quadro 11 – Concentração de COVT e COV específicos determinados em períodos de maior actividade. em 20 piscinas públicos, do Norte de Portugal e comparação com a legislação nacional.	20
Quadro 12 - Características dos programas de edifícios sustentáveis BREEAM e LEED.	27
Quadro 13 - Taxa anual para uso do rótulo ecológico Blue Angel	29
Quadro 14 - Taxa anual para uso do rótulo ecológico EMICODE.....	30
Quadro 15 - Taxa de inscrição e taxa anual, para uso do rótulo Österreichische Umweltzeichen	35
Quadro 16 – Empresas portuguesas com produtos certificados com rótulos ecológicos, de acordo com a categoria de serviços.	37
Quadro 17 – Taxa de inscrição e taxa anual, para uso do rótulo EU Ecolabel	38
Quadro 18 - Valores-limite de emissão de COV, definidos na legislação francesa, adaptado ...	45
Quadro 19 - Valores-limite de emissão de COV, definidos na legislação belga, adaptado	46
Quadro 20 - Valores-limite CAM, da legislação italiana.....	47
Quadro 21 - Classificação de COV, segundo o método analítico.	48
Quadro 22 - Cronologia das etapas das amostras sólidas e líquidas, definidas pela norma CDPH/EHLB/Standard Method V1.2.	50
Quadro 23 - Características das câmaras de teste das normas ISO 16000-9, EN 16516, EN 717-1 e CDPH/EHLB/Standard Method V1.2.....	52
Quadro 24 - Comparação de normas de ensaio entre rótulos ecológicos europeus.	61
Quadro 25 - Comparação de normas de ensaio entre legislações europeias.....	61
Quadro 26 - Comparação de normas de ensaio, método de determinação e valor-limite de avaliação sensorial	63

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 27 – Critérios e duração das avaliações de cada rótulo ecológico	65
Quadro 28 – Critério e valores-limite de emissão definidos, ao fim de 3 dias de avaliação.	67
Quadro 29 – Critério e valores-limite de emissão definidos, ao fim de 28 dias de avaliação. ...	69
Quadro 30 - Critérios e valores-limite definidos pelos 4 países, ao fim de 28 dias de avaliação.	72

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Nomenclatura

Abreviatura	Designação
AC_R	Taxa de renovação de ar na sala de referência (h^{-1})
AC_t	Taxa de renovação de ar da câmara de testes (h^{-1})
c_a	Concentração em massa de uma substância a no ar amostrado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
c_R	Concentração em massa de uma substância a no ar da Sala de Referência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
L_{AR}	Factor Loading na sala de referência (m^2 de amostra/ m^3 de sala de referência)
L_{At}	Factor Loading na câmara de testes (m^2 de amostra/ m^3)
LCLi	Concentração mínima de interesse do poluente i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R	Índice de risco dos compostos emitidos
SER_A	Taxa de emissão específica ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)

Siglas

COMV	Compostos Orgânicos Muito Voláteis
COSV	Compostos Orgânicos Semi-Voláteis
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
COVT	Compostos Orgânicos Voláteis Totais
DRE	Doença Relacionada com o Edifício (Building Related Illness)
ECA	European Collaborative Action (Acção Colaborativa Europeia)
EC-JRC	European Commission's Joint Research Centre (Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia)
EUA	Estados Unidos da América
GEN	Global Ecolabelling Network
HPLC	Cromatografia líquida de alta eficiência
LCI	Lowest Concentration of Interest (concentração mínima de interesse)
OMS	Organização Mundial de Saúde
MOP	Matéria Orgânica Particulada
QAI	Qualidade do Ar Interior
SED	Síndrome do Edifício Doente (Sick Building Syndrome)
UE	União Europeia

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

1. Introdução

A Qualidade do Ar Interior (QAI) é uma área que tem ganho cada vez mais destaque no panorama nacional. Problemas de saúde pública como os surtos de *Legionella* em Vila Franca de Xira, em 2014 e de Vila do Conde, em 2020, que causaram 26 mortes e mais de 400 pessoas infectadas, chamaram a atenção da opinião pública para os deficientes (ou falta de) acções levadas a cabo pelos proprietários dos edifícios, no sentido de monitorizar a QAI [1] [2].

Os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) podem causar dano a curto, médio ou longo prazo, conforme o tipo e concentrações das substâncias e são capazes de ser emitidos por uma elevada gama de produtos. As concentrações de COV no interior são muito mais elevadas do que no exterior de edifícios [3], sendo os produtos de construção as principais fontes de emissão contínua de COV, acarretando inúmeros problemas na saúde e bem-estar dos seus ocupantes [4] [5] [6].

Devido aos efeitos nefastos na saúde dos ocupantes, ao número de horas diárias passadas no interior de edifícios [7], a ausência de rótulos ecológicos de emissão de COV de origem em Portugal e a ausência de legislação com fixação de valores-limite de emissão de COV por parte de produtos de construção, à excepção de tintas e vernizes que estão devidamente regulamentados [8] [9] [10], este trabalho, que se trata de uma revisão bibliográfica, tem como objectivo, propor uma avaliação de COV num sistema de rotulagem para produtos comercializados em Portugal. Para tal, teve-se em conta o procedimento de avaliação de COV de rótulos ecológicos, mas também dos procedimentos presentes em legislação de países europeus. O presente trabalho também pretende ser um primeiro contributo na harmonização dos sistemas de rotulagem, mais concretamente, no que diz respeito ao processo de avaliação de COV.

No presente trabalho são abordados os factores que afectam a qualidade de QAI, como a emissão de COV a partir de produtos de construção, serão apresentados estudos realizados em espaços interiores como piscinas e escolas, em Portugal, bem como as peças legislativas em

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

vigor no que concerne aos valores-limite dos poluentes que afectam a QAI. Posteriormente, serão explicados a origem dos rótulos ambientais, a diferença entre estes e os rótulos ecológicos, vantagens e constrangimentos da utilização dos rótulos, programas que incentivam o consumo de produtos com rotulagem ecológica, os passos que a União Europeia tem dado no sentido de uniformizar critérios de avaliação de emissão COV por parte de produtos de construção e os métodos de ensaio obrigatórios. Também são descritos os rótulos ecológicos mais utilizados e os países da União Europeia que fixaram valores-limite de emissão de COV a partir de produtos de construção. Por fim, proceder-se-á à comparação de métodos de ensaio, parâmetros a avaliar e valores-limite entre rótulos ecológicos e as legislações existentes e será proposto um modelo de avaliação de COV, num rótulo ecológico de produtos comercializados em Portugal.

2. Qualidade do ar interior

2.1 Considerações gerais

As pessoas passam cerca de 90% do seu tempo no interior de edifícios, distribuído entre habitação, local de trabalho, meios de transporte, actividades culturais, de lazer e diversão [4] [7].

A qualidade do ar interior (QAI) afecta a saúde e o bem-estar das populações, podendo ser responsável por doenças nos seus ocupantes, tais como: cancro (pulmão, sangue, rim, fígado), problemas respiratórios (asma, aumento da susceptibilidade a infecções respiratórias), alergias, irritações dos olhos, cefaleia, cansaço, falta de concentração, disfunções do sistema nervoso e enfarte [3]. Outro efeito da deficiente QAI na saúde tem por nome Síndrome do Edifício Doente (SED) ou Sick Building Syndrome, em inglês, que se traduz num conjunto de sintomas relacionados com a exposição a químicos, partículas ou material biológico que, não sendo possível relacionar com uma causa específica, são aliviados depois de o ocupante abandonar a divisão onde se encontra ou o edifício [11]. Na década de 80 a Organização Mundial de Saúde (OMS) procurou sistematizar estes sinais e sintomas [12] e em 1984 afirmou que, no mundo, pelo menos 30% dos edifícios (novos e remodelados) se encontravam propícios a queixas por parte dos seus ocupantes, por deficiente QAI. Em contraste com o SED, Doenças Relacionadas com o Edifício (DRE) ou Building Related Illness, em inglês, são um conjunto de sintomas que podem ser directamente atribuídos a substâncias poluentes e persistem após o abandono da divisão ou do edifício [13]. Para além dos efeitos na generalidade da população dos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, a poluição do ar interior afecta grupos que são particularmente vulneráveis, devido ao estado de saúde e/ou idade.

O aumento da densidade de edifícios, o crescente uso de materiais sintéticos e as medidas de conservação da energia que reduzem o fornecimento de ar exterior, têm-se traduzido no aumento de queixas relacionadas com a QAI. A ocupação humana, a qualidade do ar exterior, produtos de limpeza, fotocopiadoras, impressoras, produtos de construção, de isolamento e revestimento, o mobiliário, assim como as deficientes taxas de ventilação e renovação do ar,

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

também podem aumentar a contaminação do ar interior. Por vezes, as análises às amostras de ar podem não revelar concentrações significativas dos poluentes presentes, pelo que o problema se encontra na combinação dos efeitos de muitos poluentes, mesmo em baixas concentrações. [11].

As soluções para melhorar a QAI podem passar pelas seguintes opções [13]:

- Remoção ou modificação da fonte poluente: é uma abordagem eficaz, quando são conhecidas as fontes;
- Sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC): Manutenções periódicas como limpeza, substituição de filtros e aumento da taxa de ventilação e distribuição do ar, de forma a controlar a temperatura e a humidade e remover ou diluir os poluentes e odores;
- Substituição de tapetes, panos ou toalhas molhadas;
- Libertação das emissões de fontes poluentes para o exterior;
- Armazenamento de tintas, solventes, produtos de limpeza em divisões bem ventiladas e a sua utilização deverá ocorrer em momentos de não-ocupação;
- Boas práticas dos ocupantes dos edifícios: não fumar em espaços fechados, por exemplo.

2.2 Factores que afectam a QAI

Dois dos principais factores que afectam a QAI são as fontes de poluição internas que libertam gases ou partículas nesse espaço. O problema poderia ficar resolvido com a remoção da fonte poluente ou com o aumento da taxa de ventilação ou renovação de ar. Porém, nem sempre é fácil identificar a fonte poluente, assim como a circulação de ar pode resultar noutros problemas. A circulação de ar é um parâmetro de conforto térmico que tem como componentes a deslocação do ar por convecção e por ventilação. Por regra, 4 renovações de ar por hora no interior de uma divisão fornecem uma circulação adequada, bem como a dispersão de poluentes. Em excesso, causa arrefecimento e conseqüente desconforto para os ocupantes e

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

consumos de energia maiores. Por outro lado, um sistema AVAC que não esteja a funcionar correctamente ou por ter deficiente/falta de manutenção, irá conduzir a problemas na saúde dos seus ocupantes. O fornecimento de ar nos espaços deverá ser ajustado tendo em conta os equipamentos aí presentes, como fotocopiadoras, computadores ou impressoras, de forma a garantir que cada difusor fornece um caudal de ar adequado à área que serve. O ar ambiente interior de um edifício também depende do resultado da interacção da sua localização, do clima, do sistema de ventilação do edifício, das fontes de contaminação (humidade, mobiliário, poluentes exteriores) e do número de ocupantes do edifício. A colocação deficiente de dispositivos de medição de temperatura, controlo de humidade, a qualidade de isolamento do edifício, a densidade de ocupação e o número de equipamentos de escritório instalados influenciam a temperatura e a humidade do edifício. O número de pessoas e a queima de combustíveis fósseis (gás, aquecedores) condicionam a concentração de dióxido de carbono e o fumo de tabaco e as emissões dos veículos (entradas de ar no habitáculo), condicionam a concentração de monóxido de carbono no ambiente respirado pelos ocupantes. A madeira prensada, isolamento de espuma de ureia, carpetes, mobiliário, adesivos, papel químico, todos emitem formaldeído. Os filtros dos sistemas AVAC, carpetes, as limpezas dos espaços, fumo e as entradas de ar, têm especial responsabilidade na concentração de partículas. Materiais de escritório como impressoras, computadores e fotocopiadoras, carpetes, mobiliário, produtos de limpeza, tintas e solventes, adesivos, perfumes e lacas, afectam a concentração de compostos orgânicos voláteis (COV). A poupança de energia e manutenção, má concepção dos sistemas AVAC e má regulação pelos ocupantes, traduzem-se em ventilação inadequada. Água estagnada em sistemas AVAC, materiais molhados ou húmidos, desumidificadores, torres de arrefecimento e de refrigeração, têm responsabilidade no surgimento e concentração de microorganismos [11].

Torna-se necessário dimensionar as divisões consoante o número de ocupantes, conhecer o tipo de equipamentos e produtos de decoração colocados no interior dos edifícios, bem como as propriedades dos produtos utilizados na construção dos edifícios, pois contribuem de forma determinante na QAI [14].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Segundo a OMS, os factores a serem incluídos nas directrizes de QAI encontram-se enunciados na Quadro 1.

Quadro 1 - Factores a serem incluídos nas directrizes de QAI [12]

Grupo A Poluentes	Grupo B Agentes biológicos	Grupo C Combustão em ar interior
Formaldeído	Humidade e mofo	Ventilação de fogões: -Chaminé do fogão -Cobertura da chaminé
Benzeno	Ventilação	
Naftaleno	-Natural	Ventilação
Dióxido de Azoto (NO ₂)	-Forçada/mecânica	
Monóxido de Carbono	Substâncias alergénicas	-Natural
Radão	-Ácaros	-Forçada/mecânica
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAH), especialmente o Benzo[a]pireno	-Animais de estimação	Qualidade da queima
		Tipo de combustível (sólido, sólido processado, líquido, gás, electricidade)

2.3 COV no ar interior

Os COV incluem uma variedade de substâncias químicas, algumas das quais podem causar efeitos adversos à saúde no curto e longo prazo. As concentrações de COV são muito superiores no ar interior em comparação com o ar exterior [15] [4] e as concentrações individuais de alguns COV chegam a ser 10 vezes superior em ar interior face ao ar ambiente [16] [5]. Os COV englobam todos os compostos químicos que contêm átomos de carbono e de hidrogénio e que volatilizam de acordo com a temperatura ambiente. Devido à existência de uma grande quantidade no ar interior, estes são divididos em várias classes, de acordo com as suas características químicas (hidrocarbonetos aromáticos, hidrocarbonetos alifáticos saturados, cicloalcanos, terpenos, álcoois, glicóis / glicol éteres, aldeídos, cetonas, halocarbonos, ácidos, ésteres, outros), as suas características físicas (ponto de ebulição, pressão de vapor, número de átomos de carbono, etc.) ou os seus potenciais riscos para a saúde [11]. A OMS classifica os COV de acordo com o ponto de ebulição (Quadro 2). No grupo de COV, existem também os

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

compostos orgânico muito voláteis (COMV), compostos orgânicos semi-voláteis (COSV) e matéria orgânica particulada (MOP) [17].

Quadro 2 - Classificação dos COV em espaços interiores, de acordo com a OMS [17]

Descrição	Abreviatura	Gama de ponto de ebulição (°C)	Adsorvente
Compostos orgânicos muito voláteis	COMV	< 0 a 50 - 100	Carvão activado
Compostos orgânicos voláteis	COV	50-100 a 240-260	Tenax ou carvão activado
Compostos orgânicos semi-voláteis	COSV	240-260 a 380-400	Espuma de poliuretano
Matéria orgânica particulada	MOP	> 380	Filtros

Estas substâncias químicas são amplamente utilizadas como ingredientes em produtos de uso doméstico, tais como tintas, vernizes, ceras, tratamento de madeira, desodorizantes, produtos de limpeza e detergentes ou ambientadores e também em produtos de construção, móveis, equipamentos de escritório ou carpetes (Quadro 3) [11] [16].

Quadro 3 – COV facilmente identificados e as suas fontes de emissão [11]

Substâncias	Fontes
Acetona	Tintas, revestimentos, acabamentos, solvente de tintas, calafetagem.
Hidrocarbonetos alifáticos (octano, decano, ndecano, hexano)	Tintas, adesivos, gasolina, fontes de combustão, fotocopiadoras com processo líquido, carpetes, linóleo, componentes de calafetagem
Hidrocarbonetos aromáticos (tolueno, xileno, etilbenzeno, benzeno)	Fontes de combustão, tintas, adesivos, gasolina, linóleo, revestimento da parede
Diclorobenzeno	Carpetes, ambientadores
Terpenos	Desodorizantes, produtos de limpeza, tecido/decoração, emoliente, cigarros.
Formaldeído	Madeira prensada, contraplacado não selado, isolamento de espuma de ureia, tecidos, adesivo, carpetes, mobiliário, papel químico.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Apesar de se encontrarem agrupados em diversos grupos, de acordo com as suas características físicas, não significa que o grau de toxicidade seja semelhante em todos os elementos. Por exemplo, na categoria dos hidrocarbonetos aromáticos, o benzeno é conhecido por ser cancerígeno enquanto o tolueno é muito menos tóxico, apesar de partilharem uma estrutura molecular semelhante [15]. Os principais sinais ou sintomas associados à exposição de COV são irritação ocular, desconforto no nariz e garganta, cefaleia, alergias na pele, dispneia, náusea, vômito, fadiga, tonturas e epistaxis. A longo prazo pode levar a danos no fígado, rins e sistema nervoso central e diversos tipos de cancro. A extensão e a natureza do efeito dependem de muitos factores como a concentração e o tempo de exposição [6] [16]. De seguida apresentam-se os efeitos causados por certos COV específicos [3] [6]:

- Benzeno: depressão do sistema nervoso central, vertigem, convulsões, espasmos, leucemia;
- N-Butilacetato: depressão do sistema nervoso central;
- Metiletilcetona: depressão do sistema nervoso central, vertigem, perda de visão;
- Ciclohexano: tremores, neurose, perda de reflexos;
- Etilbenzeno: fadiga, vertigem, irritabilidade;
- Formaldeído: parestesias, insónias, tremores, alterações na acuidade visual, agitação, fraqueza muscular;
- N-Hexano: depressão do sistema nervoso central, neuropatia periférica, disfunção motora;
- Tolueno: perda de memória, alterações na acuidade visual, aumento do tempo de reacção, tremores, desequilíbrio;
- Xileno: depressão do sistema nervoso central, vertigem, convulsões, espasmos;
- Tricloroeteno: cancro do rim, fígado e leucemia;
- Tetracloroeteno: doenças renais;
- Naftaleno: inflamações nas vias respiratórias e anemia;
- Tolueno: depressão do sistema nervoso central, fadiga, náuseas, cefaleias, insónias [18];
- Estireno: depressão do sistema nervoso central, cefaleia, fadiga e irritação ocular [19].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Uma vez que a identificação individual de COV nem sempre é possível - por se encontrarem em concentrações muito baixas - e porque podem interagir uns com os outros - agravando os efeitos adversos sobre a saúde dos ocupantes - foi desenvolvido o conceito de compostos orgânicos voláteis totais (COVT). Este parâmetro permite avaliar a quantidade total de COV num determinado espaço, sem distinguir os diferentes poluentes [11].

2.4 COV emitidos por produtos de construção

Os COV presentes no ar interior podem ter diversas origens, mas os produtos de construção, os têxteis e o mobiliário são considerados como as principais fontes contínuas de COV [4] e as concentrações de formaldeído, acetaldeído, acetona e limoneno presentes no interior de edifícios podem-se dever, exclusivamente, a produtos de construção [5]. Como produtos de construção entende-se um produto ou kit fabricado e colocado no mercado de modo a ser incorporado de forma permanente em obras de construção e cuja funcionalidade influencia o desempenho das obras de construção: placas e elementos derivados de madeira, cimentos, produtos à base de gesso, produtos pré-fabricados de betão, isolamento térmico, revestimentos de pisos, adesivos para construção, agregados, entre outros [20].

No que diz respeito à emissão de COV no ar interior por parte de produtos de construção, dos grupos de compostos orgânicos destacam-se os hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, os álcoois, os aldeídos, cetonas, os ésteres, os glicóis e os terpenos e, apesar de na maioria dos casos, a concentração destes compostos decrescer significativamente ao fim de poucas semanas (após a aplicação dos produtos), os valores iniciais das emissões podem atingir níveis preocupantes do ponto de vista da saúde, além de poderem ocorrer emissões decorrentes de reacções químicas. Como exemplo de emissões resultante de reacções químicas, refere-se o caso da libertação do formaldeído, devido à degradação de resinas de ureia e a libertação de álcoois pela degradação de revestimentos vinílicos em meio alcalino [21].

O benzeno, o tolueno e o xileno são utilizados como solventes e dado o seu relativo baixo preço e por serem eficientes a dissolver óleos e ceras, são utilizados na indústria [14]. O formaldeído

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

é utilizado maioritariamente na produção de resinas sintéticas como a ureia-formaldeído e fenol-formaldeído, utilizadas como adesivos e no processo de produtos de madeira, moldes, nas indústrias têxteis, de couro, borracha e cimento [15]. No caso da indústria de cimento, os níveis de formaldeído emitidos dos produtos são, geralmente, insignificantes [22]. Os aldeídos encontram-se em madeiras duras, contraplacados, revestimentos laminados, adesivos, tintas e vernizes enquanto que o etilbenzeno, m,p-xileno, o-xileno e formaldeído são alguns dos COV mais emitidos por tintas e vernizes [5]. No Quadro 4 apresentam-se outros exemplos de COV emitidos por produtos de construção.

Quadro 4 - COV mais identificados das emissões de produtos de construção [6] [23].

Material	COV mais identificados
Calafetagem de látex	Metiletilcetona, 2-butoxietanol, butanol, benzeno, tolueno.
Adesivos de pisos	N-nonano, n-decano, n-undecano, xileno.
Madeira	Formaldeído, acetona, hexanal, butanal, benzeno, benzaldeído.
Naftalina	Diclorobenzeno.
Tratamento de madeira	n-nonano, n-decano, n-undecano, 1,2,4- trimetilbenzeno
Tintas	Benzeno, tolueno, xileno, etilbenzeno, 2-propanol, metiletilcetona, n-propilbenzeno, formaldeído.
Tratamento de móveis	Etilbenzeno, terpenos, cicloalcanos.
Acabamentos de poliuretano para pisos	n-nonano, n-decano, n-undecano, butanal, etilbenzeno.
Ambientadores	n-nonano, n-decano, n-undecano, terpenos
Linóleo	Tolueno, hexanal, propanal, pentanal, ácido acético, ácido propiónico, 2-heptanona, heptanal, butoxietanol, octanal, nonanal, dodecano, 3-metilpentano, ciclopropano, ciclohexano, 1,2-dimetilciclohexeno, trimetilbenzeno, xileno.

2.5 Legislação portuguesa de QAI

Em Portugal, a política de QAI conheceu desenvolvimentos na sequência da transposição para a legislação nacional da Directiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002. Desta Directiva surgiram 3 peças legislativas, que actualmente se encontram revogadas:

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril – Aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior no Edifício (SCE);
- Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril – Aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE);
- Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril – Aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Na sequência da publicação da Directiva n.º 2010/31/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, a Directiva anterior foi reformulada através de novas disposições com o objectivo de melhorar o desempenho energético nos edifícios, tendo em conta as metas e os desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020. Foi transposta para a legislação nacional, tendo revogado e substituído os 3 documentos legislativos acima referidos:

- Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 68-A/2015, de 30 de Abril, 194/2015, de 14 de Setembro, 251/2015, de 25 de Novembro, 28/2016, de 23 de Junho e Lei nº 52/2018, de 20 de Agosto - Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços [24] [25] [26] [27] [28] [29]
- Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro – Estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, fixa limiares de protecção (dizem respeito a uma média de 8 horas) e as condições de referência para os poluentes de ar interior dos edifícios de comércio e de serviços novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respectiva metodologia de avaliação. São definidos limiares de protecção, bem como margens de tolerância (no caso de edifícios existentes e edifícios novos sem sistemas mecânicos de ventilação, à data de publicação da Portaria) para vários parâmetros, como COV específicos e COVT (Quadro 5). Numa primeira avaliação, determina-se a concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de COVT e formaldeído, tendo estes como limiar de protecção $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mais 100% de margem de tolerância, caso aplicável) e $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Para análise de conformidade de COVT, a concentração obtida terá de ser igual ou inferior à

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

concentração do limiar de protecção mais a margem de segurança (caso aplicável). Caso seja superior, terá de ser realizada uma análise para determinar os COV específicos listados no Quadro 6. A análise destes parâmetros deve ser efectuada com recurso a sistemas de medição que respeitem normas técnicas [30].

Quadro 5 - Limiar de protecção e margem de tolerância para os poluentes físico-químicos [30]

Poluentes	Unidade	Limiar de protecção	Margem de tolerância (%)
Partículas em suspensão (fração PM ₁₀)	µg/m ³	50	100
Partículas em suspensão (fração PM _{2,5})	µg/m ³	25	100
Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVT)	µg/m ³	600	100
Monóxido de carbono (CO)	mg/m ³	10	--
	ppm	9	
Formaldeído (CH ₂ O)	µg/m ³	100	--
	ppm	0,08	
Dióxido de carbono (CO ₂)	mg/m ³	2250	30
	ppm	1250	
Radão ²	Bq/m ³	400	--

Quadro 6 - Limiares de protecção para COV específicos a considerar na verificação da conformidade dos COVT (µg/m³)

Poluentes	Limiar de protecção (µg/m ³)
Benzeno	5
Tricloroetileno	25
Tolueno	250
Estireno	260
Tetracloroetileno	250

No final do ano de 2020, foi transposta para a legislação portuguesa a Directiva (EU) 2018/844 e, parcialmente, a Directiva (EU) 2019/944, num único documento, revogando as peças legislativas antecessoras:

² Obrigatório em edifícios contruídos em zonas graníticas, nomeadamente nos distritos de Braga, Castelo Branco, Guarda, Porto, Vila Real e Viseu.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de Dezembro – Estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o Sistema de Certificação Energética de Edifício, revogando, a partir de 1 de Julho de 2021, o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 68-A/2015, de 30 de Abril, 194/2015, de 14 de Setembro, 251/2015, de 25 de Novembro, 28/2016, de 23 de Junho e Lei nº 52/2018, de 20 de Agosto e a Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro. No Artigo 16.º - Qualidade do Ar Interior – estabelece que todos os edifícios de comércio e serviços em funcionamento estão sujeitos a requisitos relacionados com a QAI e os Grandes Edifícios de Comércio e Serviços (GES) e os edifícios de comércio e serviços que abrangem creches, estabelecimentos de educação pré-escolar, primeiro ciclo do ensino básico e estruturas residenciais para pessoas idosas, estão sujeitos a uma avaliação simplificada anual de requisitos. No ponto 7 do mesmo artigo e no ponto 2 do Artigo 46.º, é referido que a verificação da conformidade continuará a ser avaliada com base nas informações da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, até ao dia 1 de Julho de 2021, dia em que serão revogados o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto (na sua redação atual) e a Portaria n.º 353 -A/2013, de 4 de dezembro (na sua redação atual, salvo o disposto no n.º 1 do ponto 4.1., do n.º 1 do ponto 4.2. e no n.º 2 do ponto 4.3. do seu anexo, no respeitante à Legionella) [31].
- Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de Julho – Estabelece a avaliação da qualidade do ar interior nos edifícios de comércio e serviços e o seu registo, os limiares de protecção, critérios de conformidade, metodologia de medição dos poluentes e fiscalização das normas aprovadas. No que diz respeito aos limiares de protecção, apenas é alterado o valor do Radão – 300 Bq/m^3 – e em relação ao critério de conformidade do parâmetro COV, no caso das concentrações detectadas superar o limiar de protecção, a verificação da conformidade deve ser realizada tendo em conta os COV específicos definidos por organizações internacionais de referência na área da saúde, nomeadamente o Centro de Prevenção e Controlo de Doenças e a OMS [32].

2.6 Legislação portuguesa COV – tintas decorativas e vernizes

Actualmente, o único diploma legal que impõe restrições à emissão de COV por parte de produtos de construção, entrou em vigor em 2006, tendo sido transposta para a legislação nacional a Directiva 2004/42/CE, de 21 de Abril, que estabelece o regime de limitação das emissões de COV resultantes de solventes orgânicos em determinadas tintas decorativas e vernizes, destinadas a edifícios, e em produtos de retoque de veículos, tendo sido publicado:

- Decreto-Lei n.º 181/2006, de 6 de Setembro, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 98/2010, de 11 de Agosto e 180/2012, de 3 de Agosto – Distingue os teores máximos de COV entre produto de revestimento de base aquosa (BA) e de base solvente (BS) e de acordo com a categoria de tintas e o local de aplicação (Quadro 7) [8] [9] [10].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 7 - Teor máximo de COVT para as tintas decorativas e vernizes, adaptado [8].

Subcategoria de produtos	Tipo	Teor máximo de COV (g/l) ³
Tintas mate para paredes e tectos interiores (brilho inferior ou igual a 25, a 60º)	BA	30
	BS	30
Tintas brilhantes para paredes e tectos interiores (brilho superior a 25, a 60º)	BA	100
	BS	100
Tintas para paredes exteriores de substrato mineral	BA	40
	BS	430
Tintas para remates e painéis interiores/exteriores de madeira ou metal	BA	130
	BS	300
Vernizes e lasures para remates interiores/exteriores, incluindo lasures opacas	BA	130
	BS	400
Lasures com poder de enchimento mínimo para interiores e exteriores	BA	130
	BS	700
Primários	BA	30
	BS	350
Primários fixadores	BA	30
	BS	750
Produtos de revestimento de alto desempenho monocomponente	BA	140
	BS	500
Produtos de revestimento reactivos de alto desempenho bicomponente para utilizações finais específicas, nomeadamente em pisos	BA	140
	BS	500
Produtos de revestimento multicolor	BA	100
	BS	100
Produtos de revestimento de efeito decorativo	BA	200
	BS	200

2.7 Estudos de QAI em Portugal

Têm sido realizados estudos de avaliação da QAI habitações e edifícios de comércio e de serviços em Portugal. Num deles, a caracterização cingiu-se ao interior de habitações [33]. Foram avaliadas as concentrações de NO₂, CO₂, CO, PM₁₀, formaldeído, COVT, ozono (O₃) e dióxido de enxofre (SO₂), a temperatura ambiente e a humidade relativa, em 557 habitações, distribuídas

³ g/l no produto pronto a utilizar.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

por 184 freguesias, dos 18 distritos de Portugal continental. Em cada habitação realizaram-se medições em duas divisões (quarto principal e cozinha), obtendo-se uma média de 1106 medições, para cada um dos 10 parâmetros. Cerca de 7,6% das medições de CO₂ encontravam-se acima do valor limite, tendo em alguns casos ultrapassado claramente esse limiar⁴. A concentração de CO, na maioria dos casos era nula ou inferior ao limite de detecção do equipamento de medição (< 1 ppm), tendo apenas sido superior a 1 ppm em 7,1% das medições. No caso do parâmetro PM₁₀, 23,5% das medições encontravam-se acima de 50 µg/m³. Cerca de 50% das casas tinham concentração de COVT acima de 600 µg/m³. A concentração de formaldeído foi superior a 100 µg/m³ em 0,3% das medições, onde 87% destas foram inferiores ao limite de detecção do equipamento de medição (12,5 µg/m³) (Quadro 8).

Em 60% das habitações, pelo menos um parâmetro encontrava-se acima dos limiares de protecção definidos, sendo os COVT e as PM₁₀ os maioritariamente responsáveis pelos valores superiores aos definidos como limiares de protecção, devido à presença de fontes de emissão no interior das residências e de problemas na renovação de ar. Os autores do estudo definiram como “preocupante” a exposição aos COVT, referindo como causas principais dos valores a emissão por parte de fontes no interior das habitações, como produtos de construção, mobiliário e decoração. Também se verificou que, apesar de no momento das medições, não ter existido tabagismo activo, foi possível associar o hábito tabágico às concentrações de COVT e PM₁₀. Convém mencionar novamente, a legislação portuguesa define os limiares de protecção para edifícios de comércio e serviços e não para habitações.

⁴ O limiar de protecção em vigor no momento do estudo - 1800 mg/m³ (Decreto-Lei n.º 79/2006 de 4 de Abril).

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 8 - Número de medições por parâmetro, intervalos de variação e limiares de protecção definidos para edifícios de comércio e serviços, definidos na Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de Julho [23].

Parâmetro	N.º de medições	Média / Mediana	Mínimo - Máximo	Unidade	Limiares de protecção	Margem de Tolerância (se aplicável) (%)
CO ₂	1110	1159/1050	633-4795	mg/m ³	2250	30
CO	1110	1,2/1,1	<1-23,3	mg/m ³	10	--
PM ₁₀	1111	40/20	1-934	µg/m ³	50	100
COVT	1085	77/60	30-4280	µg/m ³	600	100
Formaldeído	1111	10/10	<12,5-250	µg/m ³	100	--

Em 2019, um estudo consistiu no desenvolvimento e posterior utilização de um questionário de forma a ser recolhida informação acerca de potenciais fontes de emissão de poluentes do ar interior [34]. Aproximadamente 47% dos inquiridos responderam que possuem nas suas habitações ambientadores, 61% utilizam incensos ou velas perfumadas e 45% combinam ambientadores com incensos ou velas perfumadas.

Em 2015, um estudo procurou investigar a concentração de CO₂, COVT e PM₁₀ em escolas primárias públicas, com salas de aula com ventilação natural [35]. Também foram determinados COV específicos, CO e PM_{2,5}. O estudo teve como amostra 73 salas de aula de 20 escolas primárias públicas, da cidade do Porto. Foram realizadas avaliações em 4 salas de aula de alunos do 3º e/ou 4º ano de escolaridade (8 a 10 anos de idade). O valor médio da concentração de CO₂ foi superior ao limiar de protecção da legislação portuguesa (mesmo considerando a margem de tolerância), contribuindo para este facto cerca de 66% das salas de aula. Os valores da concentração de PM₁₀ em todas as salas foi superior ao limiar de protecção e em comparação com os valores obtidos no ar exterior, foi possível afirmar que as fontes de emissão no interior dos edifícios são responsáveis por valores elevados, devido, por exemplo, a partículas de terra nos sapatos, pó de giz, partículas da mobília e da roupa e por falta de limpeza frequente e/ou por ser deficiente. O benzeno foi apenas detectado em 7 salas (≈10%) e o estireno em 13 (≈18%), tendo tido valores de concentração relativamente baixos face aos seus limiares. Os valores médios das concentrações de COVT e formaldeído registados foram muito inferiores aos

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

respectivos limiares, mas foram verificados em algumas salas valores superiores. Os resultados das medições encontram-se na Quadro 9. No caso do poluente COVT, os valores de concentração mais elevados foram obtidos em salas com revestimento de piso em PVC/vinil ou linóleo. No estudo foi afirmado que existe um problema na generalidade das escolas portuguesas, no que diz respeito à concentração de CO₂ presente nas salas de aula, uma vez que as portas e as janelas costumam estar fechadas.

Quadro 9 - Dados estatísticos (média e desvio padrão) da concentração de poluentes de ar interior, em edifícios de escolas primárias e legislação aplicável [35].

Parâmetro	Média	Mínimo - Máximo	Unidade	Limiares de protecção	Margem de Tolerância (se aplicável) (%)
CO ₂	3004 ± 1082	1492 – 5600	mg/m ³	2250	30
CO	0,48 ± 0,44	0,01 – 1,70	mg/m ³	10	--
PM _{2,5}	94 ± 40	39 - 244	µg/m ³	50	100
PM ₁₀	139 ± 49	56 – 320	µg/m ³	25	100
Formaldeído	19,8 ± 10,9	8,2 – 126,9	µg/m ³	100	--
COVT	172,2 ± 145,2	8,9 – 820,2	µg/m ³	600	100
Benzeno	2,2 ± 0,5	1,5 – 2,7	µg/m ³	5	--
Estireno	1,4 ± 0,5	1,0 – 2,7	µg/m ³	260	--
Tolueno	15,1 ± 34,5	1,8 – 202,5	µg/m ³	250	--

Outro estudo, teve como objectivo avaliar a possível relação entre a poluição do ar interior em edifícios de infantário e de escolas primárias e a asma em crianças [36]. Este estudo envolveu uma amostra de 1530 crianças, 648 em infantários (3 a 5 anos de idade) e 882 em escolas primárias (6 a 10 anos de idade), de zonas urbanas e zonas rurais do Norte de Portugal. Foram considerados como os principais poluentes em ar interior, portanto, incluídos na investigação o CO₂, CO, formaldeído, NO₂, O₃, COVT, PM_{2,5} e PM₁₀. Os resultados (Quadro 10) mostraram que os edifícios de infantários apresentaram valores mais elevados de COVT e formaldeído. As actividades como pintura, mexer em brinquedos ou outros objectos com a finalidade de brincar, podem estar relacionadas com valores de exposição superiores face aos valores obtidos nos edifícios de escolas primárias. Comparando com os limiares de protecção de COVT e formaldeído em vigor, não foram registados valores excedentes. Os valores de PM_{2,5} e PM₁₀ não

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

apresentaram diferenças significativas entre o tipo de escolas, tendo em conta a escolaridade. No entanto, convém destacar que as concentrações destes parâmetros foram superiores a 25 e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente (mesmo com margem de tolerância de 100% haveria valores a exceder os limiares). A concentração de CO foi bastante baixa face ao fixado pela Portaria (média de $2,35 \pm 1,66$ vs $10 \text{ mg}/\text{m}^3$) e o valor médio da concentração de CO_2 foi ligeiramente superior a $2250 \text{ mg}/\text{m}^3$ (com margem de tolerância aumenta para $2925 \text{ mg}/\text{m}^3$). Níveis de CO_2 elevados, são indicadores de espaços com sobrelotação e renovação de ar deficiente. Como as crianças são mais suscetíveis a diferenças de temperatura, as divisões não são devidamente arejadas porque procura-se que estejam confortáveis do ponto de vista térmico, através da prevenção de perdas de calor no Inverno. No entanto, esta prática resulta no aumento da temperatura no Verão, por exemplo, e má qualidade do ar interior na maior parte do ano lectivo.

Quadro 10 - Dados estatísticos (média e desvio padrão) da concentração de poluentes de ar interior, em edifícios de infantário e de escolas primárias e legislação aplicável [36].

Parâmetros	Infantários zonas urbanas	Infantários zonas rurais	Escolas primárias zonas urbanas	Escolas primárias zonas rurais	Média	Limiares de Protecção	Margem de Tolerância (se aplicável)
CO_2 (mg/m^3)	1949 $\pm$ 721	2335 $\pm$ 1092	2614 $\pm$ 771	2263 $\pm$ 747	2315 $\pm$ 851	2250	30%
CO (mg/m^3)	2,26 $\pm$ 1,61	1,89 $\pm$ 1,46	2,77 $\pm$ 1,48	2,18 $\pm$ 1,92	1,35 $\pm$ 1,66	10	--
Formaldeído ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	39,8 $\pm$ 52,5	37,5 $\pm$ 52,6	27,9 $\pm$ 34,5	39,5 $\pm$ 34,5	35,3 $\pm$ 43,1	100	--
COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	78,6 $\pm$ 122,7	149,8 $\pm$ 189,8	84,5 $\pm$ 80,3	128,2 $\pm$ 189,2	104,5 $\pm$ 146,5	600	100%
PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54,7 $\pm$ 23,4	49,0 $\pm$ 29,9	42,8 $\pm$ 13,1	57,0 $\pm$ 29,7	51,3 $\pm$ 25,4	25	100%
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	88,0 $\pm$ 43,3	70,8 $\pm$ 37,0	66,9 $\pm$ 19,2	91,6 $\pm$ 39,0	80,5 $\pm$ 37,4	50	100%

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Entre 2018 e 2019, realizou-se um estudo de avaliação da qualidade do ar interior em 20 piscinas públicas no Norte de Portugal [37]. A concentração de COVT variou entre 9,1 e 736,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Em 2 piscinas a concentração excedeu o limite legal de 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Foram determinados 31 COV específicos, mas não foram registados valores superiores aos limiares de protecção, publicados na Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de Julho (Quadro 11).

Quadro 11 – Concentração de COVT e COV específicos determinados em períodos de maior actividade, em 20 piscinas públicas, do Norte de Portugal e comparação com a legislação nacional.

Poluentes	Concentrações em períodos de maior actividade ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Limiar de protecção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Margem de Tolerância (se aplicável) (%)
	Média	Máximo		
Benzeno	0,4 $\pm$ 1,0	3,9	5	--
Tolueno	7,1 $\pm$ 8,8	27,4	250	--
Estireno	0,6 $\pm$ 1,6	5,5	260	--
Tetracloroetileno	0,4 $\pm$ 1,5	7,2	250	--
COVT	209,4 $\pm$ 177,1	736,0	600	100

De acordo com os estudos referidos, verifica-se que nos edifícios de comércio e serviços, onde se incluem infantários, escolas primárias e piscinas, foi possível observar concentrações médias de CO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, COVT superiores aos limiares de protecção e, pontualmente, de formaldeído.

O Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 68-A/2015, de 30 de Abril, 194/2015, de 14 de Setembro, 251/2015, de 25 de Novembro, 28/2016, de 23 de Junho e Lei n.º 52/2018, de 20 de Agosto não refere nenhuma periodicidade de avaliação da QAI nos edifícios abrangidos pelo mesmo, indicando apenas que ficam sujeitos ao cumprimento dos limiares de protecção e condições de referência dos poluentes constantes da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro.

O Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de Dezembro, que revogou o antecessor, em Julho de 2021, define que a periodicidade deverá ser anual. Demonstra-se assim que a QAI tem ganho cada vez mais atenção no espaço político e que é necessário um controlo regular dos poluentes, responsáveis por causar inúmeros problemas para os ocupantes desses edifícios.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

3. Rótulos ambientais, ecológicos e legislação europeia

3.1 Enquadramento

A produção e o consumo de produtos em larga escala têm contribuído para o progresso económico, mas também para a degradação ambiental e social [38]. De forma a proteger o planeta, melhorar a qualidade de vida e as perspectivas de toda a população, passando pela erradicação da pobreza, surgiram as políticas de desenvolvimento sustentável, com principal destaque para a Agenda 21, ratificada em 1992, na Conferência das Nações Unidas do Rio de Janeiro [39].

As organizações internacionais e os consumidores têm caminhado na procura de produtos mais sustentáveis. Actualmente, existem várias ferramentas de avaliação do desempenho da sustentabilidade de produtos, como os rótulos ambientais. Estes rótulos fornecem informações sobre aspectos ambientais de um produto ou serviço, da forma mais clara possível, para ser entendida por qualquer pessoa, influenciando os consumidores a optar por produtos e serviços mais sustentáveis, alterando assim os seus padrões de consumo em prol do desenvolvimento sustentável [39] [40]. Do ponto de vista das empresas, os rótulos ambientais permitem demonstrar a sua responsabilidade ambiental, informando os consumidores que ao adquirir os seus produtos contribuem para um futuro melhor [41].

Os rótulos ambientais podem ser ferramentas úteis na decisão por um produto em detrimento de outro. Para fazer a escolha certa, o consumidor tem de estar devidamente informado, caso contrário, o risco de opções erradas ou inadequadas é elevado. No entanto, o número crescente e a qualidade diferenciada dos rótulos ambientais resultam num desafio acrescido para os consumidores [42]. Existem 4 tipos de rótulos ambientais: multicritérios, de parâmetro único, de carácter sectorial e de produtos classificados. Os **rótulos multicritérios** são o tipo de rótulo mais comum. Baseiam-se no impacto ambiental de um produto ou serviço ao longo do seu ciclo de vida (extração das matérias-primas, produção, distribuição, utilização e eliminação) e são estabelecidos critérios diferentes para diferentes categorias de produtos ou serviços. Os rótulos ecológicos EU Ecolabel, Nordic Swan e Blue Angel são alguns dos exemplos [40] [43]. Os **rótulos**

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

de parâmetro único baseiam-se em um ou mais critérios de aprovação/rejeição ligados a um aspecto ambiental específico. Assim, um produto que satisfaça os critérios pode exibir o rótulo, como é exemplo o rótulo biológico da UE. Nos **rótulos de carácter social** incluem-se os rótulos associados a regimes de certificação florestal geridos por organizações como o Conselho de Gestão Florestal (Forest Stewardship Council) ou o Projeto Pan-Europeu de Certificação Florestal (Programme for the Endorsement of Forest Certification). Por fim, os **rótulos de produtos classificados** têm em conta a classificação dos produtos ou serviços consoante o seu desempenho ambiental no domínio em causa e não em critério de aprovação/rejeição, como é o caso do Rótulo Energético da UE [43].

Devido ao aumento das preocupações ambientais, os rótulos ambientais começaram a surgir nos anos 70, mais precisamente em 1978, quando foi criado o rótulo ecológico Blue Angel, pelo governo da Alemanha, e ganharam maior impacto após a Conferência do Rio, em 1992 [39] [44]. Ao contrário do Blue Angel, que foi concebido para ser atribuído com base numa avaliação realizada por um júri independente e em critérios robustos, os rótulos que se seguiram passaram a ser declarações feitas pelas próprias empresas ou certificados emitidos por organismos privados, considerando apenas características ambientais específicas e, principalmente, rótulos de critério único (produto reciclável, sem clorofluorocarbonetos - CFCs- por exemplo). Devido à pressão competitiva, muitos casos de rotulagem apoiavam-se em bases científicas frágeis e tornaram-se bem-sucedidas [45]. O ambiente era prolífero a distorções do mercado, uma vez que não existiam normas ou directrizes sobre esta temática. Para enfrentar o problema foram encetadas reuniões tendo em vista a padronização desta temática. Em 1991 iniciou-se o desenvolvimento da norma ISO 14000 – Sistema de Gestão Ambiental [39]. Com o objectivo de encorajar a procura e oferta dos produtos e serviços que causam menor impacto ambiental, estimulando o potencial de melhoria ambiental contínua induzida pelo mercado, através dos rótulos e declarações ambientais [46], a Organização Internacional de Normalização (International Organization for Standardization - ISO), tem 3 normas publicadas, consoante a sua tipologia: Tipo I (ISO 14024), Tipo II (ISO 14021) e Tipo III (ISO 14025).

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Tipo I – Rótulos Ecológicos

Programa de carácter voluntário de terceira parte, baseado em critérios múltiplos, que atribui uma licença para a utilização de rótulos ambientais em produtos, tendo em conta o seu ciclo de vida. Permite a diferenciação entre produtos pertencentes a uma mesma categoria consoante o seu desempenho ambiental [46]. A EU Ecolabel, Nordic Swan e Blue Angel (versão inglesa do alemão Blauer Engel) são alguns exemplos (Figura 1).



Figura 1 – Rótulos Ecológicos EU Ecolabel, Nordic Swan e Blue Angel.

Tipo II – Autodeclarações Ambientais

Tem como objectivo harmonizar a utilização das autodeclarações ambientais, esperando que as alegações ambientais por parte das empresas sejam precisas, verificáveis e não induzam em erro, que o mercado seja estimulado no sentido de melhorias ambientais na produção, processos e produtos, que ocorra a minimização de alegações sem garantia, confusão no mercado, facilitação do comércio internacional e que se criem oportunidades para os consumidores, consumidores potenciais e utilizadores de fazerem escolhas mais informadas [47]. Este tipo de declaração do produtor pode fornecer informações úteis para compradores, mas nem sempre as alegações sobre os aspectos ambientais dos produtos são tão precisas e verdadeiras quanto deveriam ser [42]. Produtos sem CFCs ou produtos reciclados (Figura 2) são alguns exemplos de autodeclarações.



Figura 2 - Diversidade de simbologia com o mesmo significado. Falta de padronização.

Tipo III – Declarações Ambientais de Produtos

O objectivo passa por encorajar a oferta e a procura de produtos com menor impacto ambiental, tendo em conta o seu ciclo de vida, através de informação verificável e precisa sobre um produto ou serviço, acompanhados de uma interpretação da informação [48]. O rótulo de classificação energética da UE é um exemplo do tipo III (Figura 3).

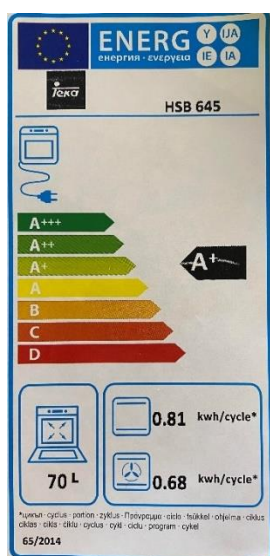


Figura 3 - Rótulo de classificação energética da UE.

Segundo a organização Ecolabel Index, existem mais de 450 rótulos ambientais, de 199 países e de 25 sectores industriais [49], mas destes, apenas alguns são rótulos ecológicos porque todos os rótulos ecológicos são rótulos ambientais, mas nem todos os rótulos ambientais são rótulos ecológicos [42]. São um subgrupo de rótulos ambientais que permite a diferenciação de um determinado produto ou serviço em comparação com outros da mesma categoria. Obedecem aos requisitos da norma ISO 14024 (Tipo I): têm em conta a análise do seu ciclo de vida, de forma a garantir a objectividade e as várias partes interessadas que estão envolvidas no processo (governos, consumidores, indústrias). Os critérios são limitados no tempo e revistos, de forma que seja sempre possível identificar os produtos com menor impacte ambiental.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Dos mais de 450 rótulos ambientais, a Global Ecolabelling Network (GEN) tem apenas 34 membros de rótulos ecológicos. Apesar de não ter todos os rótulos ecológicos existentes como membros, a GEN é uma organização sem fins lucrativos de rotulagem ecológica (Tipo I), que tem como seus associados muitos dos rótulos mais usados no mundo, entre os quais o EU Ecolabel, o Blue Angel ou o Nordic Swan Ecolabel [50].

3.2 Vantagens e constrangimentos dos rótulos ecológicos

Num mercado cada vez mais atento às questões ambientais, este instrumento promove a inovação e desenvolvimento tecnológico, desafiando as empresas a melhorarem o desempenho dos seus produtos, de forma a se diferenciarem da concorrência. Os rótulos ecológicos são importantes ferramentas de marketing, permitindo atrair a atenção dos consumidores. Iraldo *et al.* aponta que, na perspectiva das empresas, o desempenho ambiental das suas actividades e o desempenho económico, foram consideradas as principais vantagens da utilização do rótulo ecológico [51]. Kjeldsen *et al.*, refere ainda que as empresas destacaram como principais vantagens terem conseguido captar a atenção de potenciais consumidores por terem passado a mensagem de consciência ambiental, aumentando o número de consumidores e o volume de vendas e ainda ganhos significativos em termos de eficiência de recursos (energia, água, resíduos) [52]. Existem também casos de empresas que, apesar de não terem o rótulo, utilizam critérios de rotulagem ecológica de forma a introduzirem melhorias ambientais nos seus processos [39].

Mesmo sendo uma ferramenta de marketing poderosa, existem críticas da parte do sector empresarial. Frydendal *et al.*, refere que um dos obstáculos está relacionado com o custo da verificação para uso posterior do rótulo, custo esse que representa para as empresas um fardo financeiro incompreensível porque estão a fazer algo de positivo pelo ambiente [39]. Iraldo *et al.*, argumenta que, surpreendentemente, os principais obstáculos colocados pelas empresas à rotulagem ecológica não estão relacionados com a falta de recursos humanos com especialização e domínio na área, nem consideram o processo lento e burocrático. As principais

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

barreiras prendem-se com a falta de reconhecimento e recompensas pelas instituições públicas, elevados custos de implementação e de manutenção da licença e falta de incentivos económicos [51]. Lozano *et al* vaticina que o futuro dos rótulos ecológicos a longo prazo irão depender, entre outras variáveis, do custo de manutenção do respectivo rótulo [53]. Num caso de estudo do sector do turismo, em Portugal, foram consideradas como principais desvantagens a falta de divulgação deste tipo de instrumento e a falta de conhecimento técnico por parte dos serviços de alojamento turístico, que são potenciais interessados [54]. Os produtos de construção também apresentam vantagens no que diz respeito à integração de programas de sustentabilidade, como é o caso dos programas de edifícios sustentáveis [40].

3.3 Programas de edifícios sustentáveis

Estima-se que aproximadamente 24% das matérias-primas mundiais sejam consumidas pela indústria da construção de edifícios, sendo também altamente consumidores de energia [55]. Os edifícios causam impactes ambientais em todo o seu ciclo de vida e a escolha dos produtos a utilizar quer nas etapas de construção, quer em obras de remodelação ou reconstrução irão ter importância no seu desempenho ambiental, sendo um factor importante no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável dos edifícios [56]. Actualmente existem vários programas de construção de edifícios verdes, que certificam os edifícios de acordo com o seu desempenho ambiental. Os edifícios ou projectos de edifícios são certificados por especialistas imparciais. Os mais requisitados são o Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) que foi o primeiro programa do mundo, tendo sido criado em 1990, seguido do Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), em 1998. Consoante os programas, os edifícios podem ser categorizados como novo, existente, renovação, habitação, escolar, hospitalar e são classificados com pontos, de acordo com os critérios de sustentabilidade definidos. À soma das pontuações de cada critério, são atribuídos os certificados correspondentes. Um dos critérios de atribuição de pontos destes dois programas tem em conta a emissão de COV por parte de produtos de construção. Caso os produtos sejam certificados

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

com determinados rótulos ecológicos, não se torna necessário fazerem novos testes de emissão de COV. Apenas é preciso apresentar o certificado correspondente (Quadro 12) [57] [58].

Quadro 12 - Características dos programas de edifícios sustentáveis BREEAM e LEED [59], [60] [61].

Nacionalidade		
	Reino Unido	EUA
Logotipo		
Nome	Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)
Ano de início	1990	1998
Agência coordenadora	Building Research Establishment (BRE)	U.S. Green Building Council
Número de edifícios certificados	594 011	132 736
Exemplos de Rótulos Ecológicos equivalentes	FloorScore SCS Indoor Advantage Gold EMICODE EC2, EC1, EC1 Plus Rótulo finlandês (M1)	FloorScore SCS Indoor Advantage Gold Blue Angel EMICODE EC1, EC1 Plus Byggvarubedömningen Legislação francesa (A ou A+) Rótulo finlandês (M1) Natureplus

3.4 Rótulos Ecológicos

Blue Angel (Alemanha)



Figura 4 - Rótulo ecológico Blue Angel

O rótulo ecológico alemão Blue Angel (Figura 4), com origem em 1978, é o mais antigo do mundo, tendo sido utilizado como modelo padrão para o desenvolvimento da norma ISO 14024, devido à relevância dos seus critérios de atribuição, independência e transparência e é um dos membros da GEN. É composto por quatro elementos: Ministro Federal do Ambiente,

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Conservação da Natureza e Segurança Nuclear (BMU) – define as directrizes para a atribuição e nomeia os membros do Júri do Rótulo Ecológico - , Agência Alemã do Ambiente (UBA) – desenvolve os critérios especializados que um produto ou serviço deve cumprir e também é responsável pela verificação regular dos critérios para garantir que estes se encontram em conformidade com os melhores técnicas disponíveis -; Júri do Rótulo Ecológico – composto por 15 representantes de associações ambientais, de consumidores, sindicatos, indústria, comércio, universidades, media, igreja, autoridades locais e estados federais, é um órgão independente, imparcial e voluntário que garante a confiança do rótulo, decide sobre a adesão de novas categorias de produtos - e RAL gmbH – organização independente, privada e sem fins lucrativos, que verifica o cumprimento dos requisitos após a apresentação do pedido de utilização do rótulo e celebra os contractos com as empresas. Abrange mais de 12 000 produtos e serviços, de mais de 1 600 empresas (Figura 20). A cada uma das 12 categorias de produtos e serviços correspondem diferentes critérios que têm de ser cumpridos, como as normas de ensaio e os valores-limite dos poluentes. Existem mais de 100 documentos com diferentes critérios. Qualquer empresa se pode candidatar à rotulagem, quer esteja sediada na Alemanha ou noutro país e cada certificado tem de ser renovado a cada 3 - 5 anos [62]. Das mais de 1 600 empresas certificadas, 3 estão sediadas em Portugal: Amorim Revestimentos, S.A., Clover Portugal, Lda e Topack – Indústria de Plásticos, S.A.

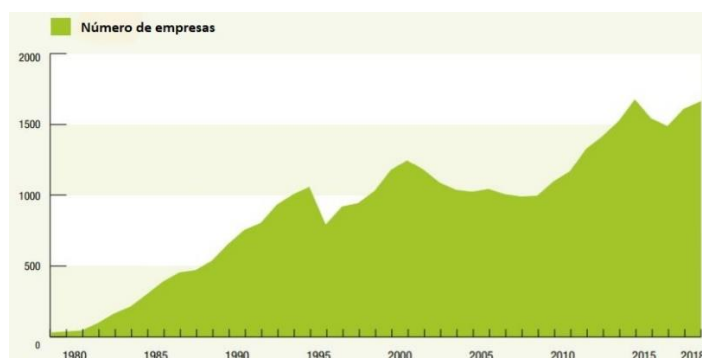


Figura 5 - Evolução do número de empresas que aderiram ao rótulo ecológico Blue Angel, entre 1978 e 2018 [63]

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Em termos de custos, a RAL gGmbH cobra uma taxa única de 400 euros pelo processamento do pedido de utilização. Caso o titular do rótulo solicite uma extensão do direito de uso do rótulo para outros produtos, o processo implica o pagamento de 200 euros adicionais. Anualmente deverá ser pago à RAL gGmbH uma taxa com base numa escala de volume de vendas. O valor da taxa será determinado consoante o total de vendas anuais de todos os produtos ou serviços que ostentam o rótulo (Quadro 13) [62].

Quadro 13 - Taxa anual para uso do rótulo ecológico Blue Angel

Vendas anuais (em milhões de euros)	Taxa anual (em euros)
$\leq 0,25$	320,0
$[0,25;1,0[$	600,0
$[1,0;2,5[$	1300,0
$[2,5;5,0[$	2400,0
$[5,0;10,0[$	3500,0
$[10,0;15,0[$	4800,0
$[15,0;20,0[$	6100,0
$[20,0;25,0[$	7500,0
$[25,0;40,0[$	9000,0
$\geq 40,0$	10500,0

EMICODE (Alemanha)

Criado em 1997 pela Associação para o Controlo de Emissões em Produtos de Construção - Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte (GEV) -, o EMICODE (Figura 6) é um rótulo que categoriza produtos de instalação de pisos, adesivos e produtos de construção em 3 classes de emissões: EMICODE EC2 (baixas emissões, cumpre os requisitos básicos), EMICODE EC1 (emissões muito baixas, cumpre requisitos de saúde e ambientais muito rigorosos), EMICODE EC1 Plus (emissões muito baixas, define valores-limite muito baixos). Surgiu com a missão de fornecer ao mercado uma ferramenta que permitisse aos consumidores uma avaliação imparcial dos produtos disponíveis e a sua comparação, de acordo com as características de emissão de COV. Para garantir a máxima confiança dos valores de

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

emissão anunciados pelos fabricantes, o GEV selecciona, anualmente e de forma aleatória, produtos a serem alvo de verificações por institutos independentes e internacionalmente reconhecidos. Os custos dessas verificações podem rondar 70 000 euros. Os certificados têm a validade de 5 anos. Actualmente, existem mais de 5 000 produtos certificados, distribuídos por 159 membros, de mais de 17 países, incluindo a sociedade Sib, Sociedade Industrial de Britagem de Pedra, Lda, única representante sediada em Portugal. [64].



Figura 6 - Rótulos EMICODE

O custo anual depende do número de licença, variando de 2 500 a 5 000 euros (Quadro 14).

Quadro 14 - Taxa anual para uso do rótulo ecológico EMICODE

Número de Licenças	Taxa anual (em euros)
0 a 10	2500
11 a 20	3500
21 a 50	4500
mais de 50	5000

AFSSET/ANSES (França)

Em 2004, a Agência Nacional de Segurança e Saúde Alimentar, Ambiental e do Trabalho - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (AFSSET) -, recebeu um pedido formal por parte dos Ministérios da Saúde e do Ambiente, com o objectivo de estabelecer um procedimento de avaliação dos riscos para a saúde, causados pela emissão de COV de produtos de construção, bem como propor um sistema de classificação. Em 2006 foi publicada a primeira versão e em 2009 foi actualizada e estendida a um leque maior de produtos

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

de construção e a produtos de decoração, definindo valores de concentração mínima de interesse para 165 substâncias (LCI de França). É de carácter voluntário para produtos comercializados em França. O trabalho desenvolvido pela AFSSET/ANSES serviu de base ao procedimento de avaliação de COV da legislação francesa [65] [66].

Das Kork-Logo (Alemanha)

A Associação Alemã da Cortiça (Deutsche Kork-Verband e.V.) foi fundada em 1985, com o objectivo de garantir a qualidade dos produtos de cortiça como revestimentos para pavimentos e produtos isolantes, a optimização dos processos de produção e apostar na investigação. Em cooperação com o eco-INSTITUT Germany GmbH, surgiu, em 1997, o Das Kork-Logo (Figura 7), tendo sido o primeiro rótulo ecológico criado, especificamente, para pavimentos de cortiça. Só pode ser atribuído a empresas associadas da Associação Alemã da Cortiça, sendo válido por dois anos. A mais recente revisão dos critérios ocorreu em 2019 [67] [68].



Figura 7 - Rótulo Das Kork-Logo

Natureplus (Alemanha)

A iniciativa da criação de um sistema de rotulagem partiu de fornecedores especializados em produtos de construção alemães. Tendo em conta as preocupações levantadas por estes, a Associação Federal de Fornecedores de Produtos de Construção Especializados na Alemanha (Bundesverbands Deutscher Baustoff-Fachhandel eV) e várias empresas do ramo da construção convidaram institutos de testes envolvidos na atribuição de rótulos ecológicos no sector da construção, a participar numa iniciativa comum à escala europeia, de forma que fosse

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

melhorada a assessoria prestada pelos fornecedores. Desta iniciativa foi formado o ARGE ecoNcert, constituído por 5 institutos: eco-Umweltinstitut (Colónia), IBO Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie (Viena), Institut für Umwelt und Gesundheit (Fulda) Bremer Umweltinstitut (Bremen) e TÜV Süddeutschland (Industrie Service) (Munique). Posteriormente o nome foi alterado e em 2001 passou a chamar-se International Association for Sustainable Building and Living - natureplus eV. Em 2002 foi atribuído o primeiro rótulo ecológico Natureplus (Figura 8). Dos mais de 600 produtos certificados, entre 75 empresas, a companhia portuguesa Amorim Isolamentos, S.A. é a única empresa com um produto certificado. Na candidatura ao certificado Natureplus a taxa de inscrição é de, pelo menos, 2600 euros, acrescido do número de produtos e da categoria. Produtos de uma categoria têm o custo de 50 euros, mas caso se pretenda candidatar ao certificado para uma segunda categoria de produtos, o custo será de 1800 euros mais 150 por cada produto dessa categoria. [69] .



Figura 8 - Rótulo Natureplus

M1 (Finlândia)

Em 1995, a Finnish Society of Indoor Air Quality and Climate (FiSIAQ), desenvolveu a primeira versão da classificação das emissões de poluentes, de produtos de construção, deste rótulo. Um ano depois, o rótulo M1 (Figura 9) foi criado pelo Building Information Foundation RTS sr (instituição privada, com representantes de 54 empresas de construção finlandesas). A certificação encontra-se disponível a qualquer fabricante, importador e exportador de produtos de construção. Encontram-se abrangidos produtos de construção e decorativos (massas, contrapisos, argamassas, massas de enchimento e rebocos), acessórios (armários de cozinha, bancadas, portas), móveis (mesas, cadeiras, prateleiras e gavetas) e cadeiras de escritório, em

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

edifícios de escritórios e residência. Após a realização de testes será atribuída a classificação M1, M2 ou caso não cumpra nenhum dos dois, M3. Encontram-se definidos valores limite de emissão de COV, formaldeído, amónia e de odor. Estão em vigor mais de 9 290 produtos certificados, de mais de 350 empresas. O rótulo tem a validade de 3 anos. Os preços de classificação de produtos variam no caso de pertencerem à mesma categoria – 1300 euros (2 a 3 produtos), 1630 euros (4 a 7) e 1850 euros (a partir de 8) – ou a categorias diferentes – 1080 euros (1 produto), 1010 euros (2) e 970 euros (a partir de 3) [70] [71].



Figura 9 - Rótulo ecológico M1

Dansk Indeklima Mærkning - DICLE (Dinamarca)

Um dos primeiros sistemas de rotulagem, foi criado em 1993 a pedido do ministro da habitação da Dinamarca e desde então é gerido pelo Instituto Tecnológico da Dinamarca (Teknologisk Institut). Aplica-se a produtos de construção, mobiliário e outros produtos para se utilizarem no interior de edifícios, que não eléctricos ou electrónicos. Estão certificados mais de 3000 produtos de 44 empresas. Cada rótulo DICLE (Figura 10) é válido por 5 anos. [72].



Figura 10 - Rótulo DICLE

Nordic Swan Ecolabel (Dinamarca, Finlândia, Islândia, Noruega e Suécia)

O Nordic Swan Ecolabel (Figura 11) foi criado em 1989 pelo Conselho de Ministros Nórdicos, como um sistema de rotulagem ecológica para produtos comercializados na Dinamarca, Finlândia, Islândia, Noruega e Suécia. Surgiu com o objectivo de ajudar os consumidores, as

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

empresas e outras organizações a adquirir produtos tendo em conta a vertente ambiental. Abrange 60 categorias de produtos, mais de 200 tipos de produtos e encontram-se certificados mais de 34 000 produtos. Existe a possibilidade de proceder à revisão dos critérios em vigor, como restringir ou implementar novos requisitos. Os certificados podem ter a validade de 3 a 5 anos. Prevê a possibilidade da realização de inspeções a produtos certificados. Uma pesquisa aos consumidores nórdicos revelou que 9 em cada 10 conhecem o rótulo Nordic Swan Ecolabel e metade procuram produtos que tenham a certificação. Pertence à organização internacional de rótulos ecológicos GEN. certificação. A taxa de inscrição é de 3 000 euros e pode cobrir vários produtos fabricados no mesmo local de produção. A taxa anual é baseada na receita anual dos produtos com o rótulo ecológico, em que a taxa mínima é de 2 000 euros e a máxima pode atingir os 100 000 euros. [73].



Figura 11 - Rótulo Nordic Swan Ecolabel

Bygghvarubedömningen (Suécia)

A Avaliação de Produtos de Construção da Suécia – Bygghvarubedömningen - é uma associação sem fins lucrativos que avalia e fornece informações sobre produtos avaliados em termos da sua sustentabilidade. Produtos que demonstrem estar em conformidade com os critérios estabelecidos, são incluídos numa base de dados de sustentabilidade (BASTA), com o objectivo de promover o seu uso na indústria de construção sueca. O rótulo emitido é de cariz voluntário para os produtos de construção comercializados na Suécia e podem ser classificados de 3 formas: “recomendado”, “aceite” e “a evitar” (Figura 12). No que diz respeito a emissões de COV de produtos instalados no interior de edifício, não estão abrangidos produtos como pedra, tijolo, ladrilhos, mosaico, vidro e metal. A taxa anual varia de 150 a 400 euros e a taxa de inscrição ronda os 500 euros e conta com 94 associados. Na versão mais recente da definição de critérios

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

(versão 5.0), os produtos com rótulos EMICODE EC1 e EC1 Plus, Blue Angel e M1 são recomendados, com rótulos AgBB, M2 e EMICODE EC2 aceitáveis e como não aceitável o rótulo A+ da legislação francesa [74].



Figura 12 - Classificação do rótulo Byggvarubedömningen: recomendado (verde), aceite (amarelo) e a evitar (vermelho)

Österreichische Umweltzeichen (Áustria)



Figura 13 - Rótulo ecológico
 Österreichische
 Umweltzeichen

O rótulo ecológico austríaco - Österreichische Umweltzeichen (Figura 13) - foi criado em 1990, pelo Ministério Federal da Acção do Climática, Ambiente, Energia, Mobilidade, Inovação e Tecnologia - Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Abrange diversos sectores como educação, turismo ou bens de consumo. Os produtos de construção são um dos produtos cujos critérios limitam a emissão de COV.

Em 2020 contava com cerca de 4 500 produtos certificados e mais de 1100 associados. Trabalha em estreita cooperação com o rótulo Blue Angel e o EU Ecolabel. A taxa de inscrição depende do volume de negócios do último ano e a taxa anual varia consoante a venda de produtos certificados com o rótulo ecológico (Quadro 15), podendo variar entre 160 e 640 e entre 410 e 2560 euros, respectivamente. O período de renovação da licença acontece a cada 4 anos. [75].

Quadro 15 - Taxa de inscrição e taxa anual, para uso do rótulo Österreichische Umweltzeichen

Vendas anuais (em milhões de euros)	Taxa de inscrição (em euros)	Taxa anual (em euros)
≤0,20	160,0	410,0
[0,20;0,75[	225,0	895,0
[0,75;2,2[	440,0	1760,0
[2,2;3,6[	535,0	2110,0
≥3,6	640,0	2560,0

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

EU Ecolabel



Figura 14 - Rótulo EU Ecolabel

O rótulo EU Ecolabel (Figura 14) foi criado em 1992 pelo Parlamento e Conselho Europeu e encontra-se regulamento no Jornal Oficial da União Europeia pelo Regulamento (CE) Nº 66/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho. Tem como objectivo promover a economia circular, incentivar as empresas a desenvolverem produtos mais sustentáveis e com menor impacto ambiental e garantir aos consumidores de forma simples e imediata que produtos com o rótulo ecológico são mais sustentáveis. Para se candidatarem ao rótulo, as empresas devem garantir que os seus produtos ou serviços obedecem um conjunto rígido de critérios ambientais. Este rótulo é válido para produtos e serviços colocados no mercado do Espaço Económico Europeu (União Europeia e Islândia, Lichtenstein e Noruega). A gestão diária é assegurada pela Comissão Europeia garantindo que o Regulamento é implementado correctamente, os membros do Comité do Rótulo Ecológico da União Europeia (CREUE) são nomeados pela Comissão Europeia e é composto pelos representantes dos organismos competentes de cada Estado-Membro, pelos representantes dos Estados membros do Espaço Económico Europeu, por representantes de 14 organizações europeias (The European Consumer Organisation, European Environmental Bureau, EuroCommerce, Eurochambres, European Business Services Alliance, Plastic Recyclers Europe, World Wide Fund for Nature, Collaborating Centre on Sustainable Consumption and Production, European Chemical Industry Council, Better Finance - the European Federation of Investors and Financial Services Users, European Fund and Asset Management Association, European Savings and Retail Banking Group, Insurance Europe, European Banking Federation) e por mais 3 organizações - European Chemical Agency, European Investment Bank e International Labour Organisation. O CREUE é responsável pelo desenvolvimento e revisão dos critérios do rótulo ecológico e fornece à Comissão aconselhamento e assistência técnica. O rótulo encontra-se distribuído por 24 categorias de produtos e, até Setembro de 2020, encontravam-se certificados 75 796 produtos e serviços, de 1 757 empresas, dos quais 4 631 correspondem a produtos portugueses, de 14 empresas [76]. As categorias com maior percentagem de produtos rotulados são “Tintas e

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

vernizes para interior e exterior” (38%), “Papel higiénico e produtos similares” (15%) e “Revestimentos duros” (11%). As licenças atribuídas a empresas portuguesas, encontram-se distribuídas por 8 categorias: serviços turísticos, detergentes para limpeza / lava-louças, produtos de limpeza de superfícies duras, papel gráfico, papel higiénico e produtos similares, produtos cosméticos, produtos têxteis e tintas e vernizes para interior e exterior (Quadro 16).

Quadro 16 – Empresas portuguesas com produtos certificados com rótulos ecológicos, de acordo com a categoria de serviços.

Categoria de serviços	Empresa
Serviços turísticos	Ecolabel Monverde Wine Experience Hotel
	Ecolabel Colquida
	Ecolabel Feelviana - Hotelaria, Lda.
	Ecolabel Real Abadia Hotel Rural, Lda.
	Ecolabel Terras de Pena - Investimentos Hoteleiros, S.A.
Detergentes para limpeza / lava-louças	Greendet, Lda.
	Solis – Importação e Exportação, Lda.
Produtos de limpeza de superfícies duras	Greendet, Lda.
	Solis – Importação e Exportação, Lda.
Papel gráfico	Prado – Cartolinas da Lousã, S.A.
	The Navigator Company
Papel higiénico e produtos similares	The Navigator Company
	RENOVA – Fábrica de Papel Almonda S.A.
Produtos Cosméticos	Groupe GM Cosmética Portugal S.A.
Produtos têxteis	NATURAPURA Ibérica - Produção e Comércio de Produtos Naturais, S.A.
Tintas e vernizes para interior e exterior	CIN S.A.
	PPG Dyrup, S.A.

As taxas de candidatura e de renovação dependem do país onde se requisitar a licença e do tipo de empresa (micro, pequenas ou médias empresas, empresas de países em desenvolvimento e restantes). Os preços variam dos 200 (Chipre, Estónia, Grécia, Malta, Portugal, Roménia, Eslovénia e algumas regiões de Espanha) aos 2 000 euros (Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Países Baixos, Noruega e Suécia), no caso de inscrições e de 0 (Bélgica, Bulgária, Croácia, Chipre,

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Luxemburgo, Malta, Roménia, Eslovénia e Espanha) a 25 000 euros (Alemanha e Itália), no caso de anuidades (Quadro 17). Podem ser aplicadas reduções com base em certificações ambientais. A renovação da licença ocorre a cada 3-5 anos. É um dos membros da GEN. [77].

Quadro 17 – Taxa de inscrição e taxa anual, para uso do rótulo EU Ecolabel

Tipo de Candidatos	Taxa de inscrição (em euros)	Taxa anual (em euros)
Microempresas	200-350	0-18 750
PMEs e empresas de países em desenvolvimento	200-600	0-18 750
Todas as outras empresas	200-2 000	0-25 000

FloorScore (EUA)

O rótulo FloorScore (Figura 15) foi desenvolvido pela SCS Global Services e pelo Resilient Floor Covering Institute (RFCI), em 2009, com o objectivo de permitir aos fabricantes de revestimento de pisos demonstrarem a conformidade dos seus produtos, tendo em conta a baixa emissão de substâncias poluentes, nomeadamente COV. O método de teste e de determinação de COV, bem como os valores-limite encontram-se definidos na norma CDPH/EHLB Standard Method v1.2-2017. Estão abrangidos pela certificação revestimentos de pisos duros (cerâmico, cortiça, borracha, entre outros) e adesivos para revestimento de pisos. Encontram-se em vigor mais de 8100 licenças, que têm de ser renovadas anualmente [78].



Figura 15 - Rótulo ecológico FloorScore

Indoor Advantage Gold (EUA)

A SCS Global Services, em 2009, também desenvolveu o rótulo Indoor Advantage Gold (Figura 16) e destina-se à certificação de produtos de construção com baixas emissões de COV, como

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

tintas, adesivos, isolamento e revestimentos de parede, entre outros, para uso no interior. Tal como o FloorScore, o método de determinação de COV baseia-se na norma CDPH/EHLB Standard Method v1.2-2017 e as licenças têm a validade de 365 dias. O número de produtos licenciados ascende os 1400 [79].



Figura 16 – Rótulo ecológico Indoor Advantage Gold

3.5 União Europeia e a Emissão de COV por produtos de construção

Como já foi referido, os produtos de construção são uma das principais fontes de emissão de poluentes, podendo afectar a saúde dos ocupantes dos edifícios. De forma a responder a este problema, surgiram diversos rótulos ecológicos na EU, principalmente na década de 90, com o objectivo de promover a utilização de produtos de baixa emissão de COV. Os sistemas de rotulagem dos diversos países definem os seus próprios critérios, como os tipos de produtos a serem avaliados, o tipo de indústria aplicável, os parâmetros que não podem ser excedidos e os métodos de ensaio. Este facto traduz-se em custos para as empresas que comercializem produtos em mercados diferentes, assim como se torna confuso para os consumidores fazerem uma escolha informada de um produto, num mercado com grande variedade. Apesar da existência de um mercado europeu comum, não existe um sistema de controlo de emissões harmonizado. Em alguns casos, medidas de protecção do consumidor criaram barreiras ao comércio e à promoção de diversas indústrias nacionais. Os sistemas de rotulagem estão abertos para os candidatos de outros países, mas as candidaturas e os testes têm o seu tempo e apresentam custos para as empresas, podendo ser difícil de perceber até que ponto o seu negócio será recompensado pelo investimento neste tipo de certificação [44].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Em 1997, o grupo Acção Colaborativa Europeia (em inglês, European Collaborative Action - ECA) coordenado pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia (em inglês, European Commission's Joint Research Centre - EC-JRC), apresentou o relatório n.º 18. Nele encontra-se descrito um esquema de avaliação de emissão de COV, por parte de produtos de construção – mais concretamente, revestimentos de pisos- bem como os métodos de preparação das amostras, de teste e as informações essenciais do relatório. Foi também desenvolvido o conceito concentração mínima de interesse (em inglês, Lowest Concentration of Interest – LCI), como a concentração mais baixa acima da qual o poluente do ar interior pode causar algum efeito nas pessoas, de acordo com o melhor conhecimento disponível [80].

Com base no esquema apresentado pela ECA, foi desenvolvida a primeira versão do esquema alemão AgBB, em 2001, sendo hoje utilizado por vários sistemas de rotulagem. Um esquema semelhante ao da ECA e ao alemão foi proposto pelo Centro Técnico e Científico de Construção francês, para aplicação em França e pelo Laboratório de Qualidade do Ar Interior (LQAI), para aplicação em Portugal [44]. Em França surgiu o rótulo AFSSET/ANSES, em Portugal, actualmente, não existe qualquer rótulo ecológico de origem.

Desde 2007, um grupo de trabalho – ECA WG 27 – coordenado pelo EC-JRC tem trabalhado com o objectivo de desenvolver critérios de rotulagem ecológica uniforme na UE [81]. Além de se pretender dar resposta aos problemas já elencados neste capítulo, também se pretende ir ao encontro do Regulamento dos Produtos de Construção, Regulamento (UE) N.º 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, Anexo I, Ponto 3, onde é referido que as obras de construção devem ser concebidas e realizadas a não causarem, durante o seu ciclo de vida, danos à saúde dos ocupantes, nomeadamente através da *“emissão de substâncias perigosas, de compostos orgânicos voláteis (COV), de gases com efeito de estufa ou de partículas perigosas para o ar interior ou exterior”* [20]. A marcação CE é um pré-requisito para vários produtos de construção serem comercializados entre países que aderiram ao mercado único europeu. O objectivo desta marcação não passa por definir a segurança deste tipo de produtos, mas antes garantir a fiabilidade das informações relativas ao seu desempenho, substituindo os sistemas de homologação nacionais, facilitando assim, o comércio transfronteiriço. Ao colocar a marcação

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

num produto, o fabricante declara que este se encontra em conformidade com os requisitos da regulamentação aplicável e que essa conformidade foi atestada com base nas normas correspondentes. Está previsto que a marcação CE para vários tipos de produtos inclua informações relativamente às emissões de COV. Quando entrar em vigor, se um determinado produto de construção, abrangido pela necessidade da marcação CE, não contiver informações relativamente à emissão de COV, não poderá ser comercializado para países onde exista legislação sobre este tipo de emissões. Esta condição não irá abranger todos os produtos de construção, dizendo respeito, apenas, aos que estejam ao abrigo de normas do Comité Europeu de Normalização (CEN) e onde exista regulamentação nacional. Nos países com legislação sobre a matéria, como a Alemanha, Bélgica e França irá ser possível verificar a declaração de desempenho e, no caso de França, verificar qual a classe de emissões [82].

A ciência ainda não foi capaz de elucidar todas as substâncias que causam efeitos negativos à saúde e ao conforto. Estima-se que, desde 1939, têm sido desenvolvidas mais de 100 000 substâncias químicas e não se tem informação suficiente, sobre o risco para a saúde, de 95% das substâncias utilizadas em produtos de construção [83]. Este facto representa um problema para a gestão do risco, uma vez que a probabilidade de ocorrência é desconhecida, podendo ser difícil comparar a eficácia de medidas de mitigação. Actualmente, os procedimentos de avaliação de COV utilizam várias estratégias de limitação de poluentes:

- Proibição de todas as substâncias perigosas;
- Proibição de substâncias CMR - substâncias cancerígenas, mutagénicas ou tóxicas para a reprodução;
- Restrição das emissões:
 - Abordagem LCI – avaliação por comparação com o LCI correspondente;
 - Abordagem COVT;
 - Abordagem COVT sem o valor LCI – soma das emissões de substâncias sem valor LCI definido;
 - Abordagem COSVT;

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- Abordagem valor R – índice de risco dos compostos emitidos, resultado do somatório das concentrações dos COV individuais (C_i) sobre o LCI individual (LCI_i)

$$R_i = \frac{C_i}{LCI_i} \quad (1)$$

$$R = \sum R_i + \dots R_z \quad (2)$$

- Análise sensorial (odor).

Os peritos do grupo de trabalho ECA WG 27 concluíram que a abordagem LCI é a melhor estratégia para avaliar os efeitos da emissão de poluentes de produtos de construção, na saúde das pessoas [81].

O grupo de trabalho EU-LCI WG, coordenado pelo EC-JRC, tem como principal objectivo a harmonização da avaliação das emissões de produtos de construção para o ar interior, tendo em conta informação toxicológica disponível. Este grupo de trabalho procede a actualizações, sempre que necessário, da Lista Mestre EU-LCI. Na última actualização, de Dezembro de 2020, encontravam-se com valores LCI definidos, 157 poluentes. Os valores EU-LCI são concentrações de referência que avaliam as emissões de produtos, até 28 dias, durante um procedimento de teste de laboratório [84]. Actualmente, Alemanha (AgBB), Bélgica (legislação) e França (AFSSET/ANSES) têm definidos valores LCI, baseados nos EU-LCI.

A produtos com resina à base de formaldeído é exigida a classificação quanto à libertação de formaldeído, estando definidas as classes E1 e E2 [85].

3.5 Legislação existente

AgBB/DIBt (Alemanha)

O Comité de Avaliação de Produtos de Construção relacionados com a Saúde (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten - AgBB) foi fundado em 1997 com o objectivo

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

de criar e implementar regulamentos no sector da construção, tendo em conta os riscos da qualidade do ar no interior de edifícios na saúde dos ocupantes. Criou-se, assim, o esquema AgBB (Figura 17) para baixas emissões de COV de produtos de construção. Inclui, de forma facultativa, teste de odor. O esquema AgBB indica os requisitos mínimos de emissão de COV e as etapas que os produtos têm de ultrapassar até à sua aprovação. Este procedimento é editado e revisto regularmente, sendo a última versão de Agosto de 2018. Deste comité fazem parte: Institutos de Saúde dos Estados Federados (Ländergesundheitsbehörden), Agência Alemã do Ambiente (Umweltbundesamt), Instituto Alemão de Tecnologia de Construção (Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt), Conferência de Ministros e Senadores de Estado para a Construção de Cidades, Construção e Habitação, Instituto Federal de Pesquisa e Teste de Materiais (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, BAM), Instituto Federal de Avaliação de Riscos (Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR), Comité de Coordenação 03 para o Ambiente, Higiene e Saúde dos Edifícios, Comité de Normas de Engenharia Civil (Koordinierungsausschuss 03 für Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz des Normenausschusses Bauwesen im DIN (DIN-KOA 03)). O DIBt, órgão responsável pela regulamentação da construção de produtos na Alemanha, emite aprovações técnicas para produtos de construção, garante o cumprimento dos requisitos e adoptou como base o esquema AgBB na avaliação de produtos de construção com aplicação no interior dos edifícios. É de carácter obrigatório para a aplicação de produtos na Alemanha. Os produtos aprovados podem requerer a certificação de rótulos ecológicos [86] [87].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

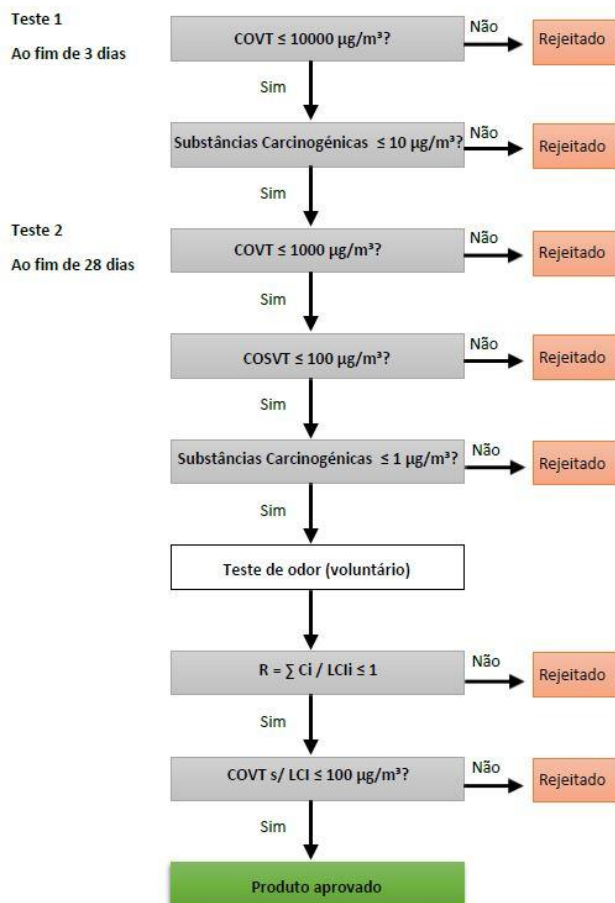


Figura 17 - Esquema AgBB, adaptado [86]

Legislação Francesa

Os produtos de construção, decoração e mobiliário comercializados em França, desde 1 de Janeiro de 2012 (novos produtos) ou desde 1 de Setembro de 2013 (produtos que se encontravam no mercado), passaram a ter de realizar testes de emissões de COV e determinar as concentrações de COVT, mais a concentração de 10 COV específicos, definidos na legislação francesa (Quadro 18). Os produtos a serem classificados com rótulo A+, A, B ou C (Quadro 18) [88] [89].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL



Figura 18 - Rótulo Ecológico da Legislação Francesa

Quadro 18 - Valores-limite de emissão de COV, definidos na legislação francesa, adaptado [90]

		A+	A	B	C
Valores-limite, ao fim de 28 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Formaldeído	≤ 10	≤ 60	≤ 120	> 120
	Acetaldeído	≤ 200	≤ 300	≤ 400	> 400
	Tolueno	≤ 300	≤ 450	≤ 600	> 600
	Tricloroeteno	≤ 250	≤ 350	≤ 500	> 500
	Xileno	≤ 200	≤ 300	≤ 400	> 400
	1,2,4-Trimetilbenzeno	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000	> 2000
	1,4-diclorobenzeno	≤ 60	≤ 90	≤ 120	> 120
	Etilbenzeno	≤ 750	≤ 1000	≤ 1500	> 1500
	2-butoxietanol	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000	> 2000
	Estireno	≤ 250	≤ 350	≤ 500	> 500
	COVT	≤ 1000	≤ 1500	≤ 2000	> 2000

Legislação Belga

Em 2014, o governo belga publicou os valores-limite de emissão de COV em ar interior, emitidos por produtos de construção e pavimento e revestimento, sendo obrigatório o seu cumprimento para os produtos comercializados na Bélgica. Restringe a emissão de mais de 170 substâncias dos produtos a serem comercializados no território e, ao contrário da legislação francesa, não é necessário colocar qualquer rótulo [91]. Os parâmetros seleccionados e os valores-limite (Quadro 19) foram baseados na legislação alemã (AgBB) e francesa e pelo grupo de trabalho EU-LCI WG, coordenado pelo EC-JRC [91] [92].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 19 - Valores-limite de emissão de COV, definidos na legislação belga, adaptado [91]

	Valores-limite, ao fim de 28 dias
COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 1000
COSVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 100
Formaldeído ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 100
Acetaldeído ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 200
Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 300
R	≤ 1
COVT s/ LCI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 50
Substâncias Carcinogénicas- Total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\leq 1\mu\text{g}/\text{m}^3$

Legislação Italiana - I Criteri Ambientali Minimi (CAM)

Em 2017, o Governo de Itália publicou o Critério Ambiental Mínimo (CAM). O CAM define os requisitos ambientais para as várias fases do processo de compra, de forma a ser possível determinar a melhor solução ecológica para o projecto, tendo em conta a disponibilidade do mercado. Este diploma define que só se podem utilizar na construção, renovação ou manutenção de edifícios públicos, produtos que cumpram os valores-limite presentes no CAM. Os requisitos de emissão de COV específicos e COVT, presentes no Quadro 20, correspondem aos da legislação francesa, classificação A [93] [94].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 20 - Valores-limite CAM, da legislação italiana.

Poluentes	Valores-limite, ao fim de 28 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Formaldeído	≤ 60
Acetaldeído	≤ 300
Tolueno	≤ 450
Tetracloroeteno	≤ 350
Xileno	≤ 300
1,2,4-Trimetilbenzeno	≤ 1500
1,4-diclorobenzeno	≤ 90
Etilbenzeno	≤ 1000
2-butoxietanol	≤ 1500
Estireno	≤ 350
COVT	≤ 1500

3.6 Métodos de Ensaio

Os métodos de ensaios encontram-se definidos em normas. As normas são documento técnicos que fornecem regras ou orientações para produtos ou serviços, aprovados por um organismo de normalização reconhecido, baseando-se em resultados científicos, técnicos ou experimentais e são de aplicação voluntária. O objectivo é garantir ordem num determinado contexto. A normalização proporciona a redução de custos para fornecedores e clientes, aumentando a transparência no mercado, garante aos clientes que os produtos/serviços detêm um certo grau de qualidade e segurança, facilita as trocas comerciais transfronteiriças, reduzindo as assimetrias de informação entre a oferta e a procura [95]. As normas são elaboradas a diferentes níveis: internacionais (ISO), europeias (CEN) e nacionais (em Portugal, Instituto Português da Qualidade, IP).

As normas mais utilizadas na determinação de COV a partir de produtos de construção são as da família ISO 16000-(3,6,9,11), EN 16516, EN 717-1 e CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 (Estados Unidos da América). Para avaliação de odor são mais utilizadas as normas ISO 16000-

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

28 e VDI 4302. Do ponto de vista analítico, a definição de COV foi modificada, passando a ser definida segundo o Quadro 21.

Quadro 21 - Classificação de COV, segundo o método analítico [96].

Descrição	Definição
Compostos Orgânicos Muito Voláteis	Compostos orgânicos voláteis que eluem antes do hexano, excluindo todos os compostos listados no Anexo G da norma EN 16516, mesmo que eluam antes do hexano.
Compostos Orgânicos Voláteis	Compostos orgânicos voláteis que eluem entre o hexano e o hexadecano, inclusive, incluindo todos os compostos listados no Anexo G da norma EN 16516, mesmo que eluam antes do hexano e depois do hexadecano.
Compostos Orgânicos Semi-voláteis	Compostos orgânicos voláteis que eluem entre o hexadecano e o docosano, excluindo todos os compostos listados no Anexo G da norma EN 16516, mesmo que eluam depois do hexadecano.

Preparação de amostras, transporte, armazenagem e selecção dos espécimes [96] [97] [98].

As normas contêm informações relativamente à escolha das amostras, a duração que deve ser respeitada entre o produto final e a entrega em laboratório, como devem ser acondicionadas e armazenadas, nomeadamente longe de fontes que possam alterar as suas propriedades, como luz intensa ou substâncias químicas. As amostras sólidas poderão ser envolvidas em folhas de alumínio e colocadas em sacos de polietileno ou revestidas a filme de polietileno e as amostras líquidas deverão ser acondicionadas em tubos ou latas, à prova de fugas ou em frascos de laboratório em vidro ou polietileno, onde o ar no interior deve ser o mínimo possível. Diferentes tipos de amostras deverão ser colocadas em diferentes recipientes, de forma a evitar contaminações. As embalagens devem estar devidamente seladas de forma a impedir trocas de ar entre o ar da embalagem e o ar ambiente e não devem ser capazes de emitir COV, para não contaminarem as amostras. Azulejos, pavimentos laminados e outros similares, deverão ser transportados para o laboratório de testes nas embalagens originais. Nos casos em que as amostras tenham de ficar armazenadas no laboratório antes do início do testes, estas deverão ser colocadas em locais onde as características ambientais (temperatura, humidade) sejam as

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

normais em qualquer período do dia. É recomendado que o tempo de armazenamento das amostras seja o mínimo possível.

Os espécimes poderão ser preparados no laboratório ou no local de amostragem, dependendo da natureza do produto ou dos requisitos das normas dos produtos. O local e as ferramentas a utilizar na selecção do espécime deverão estar devidamente limpos. Os espécimes devem ser colocados em suportes feitos de material inerte de vidro ou aço inoxidável. Os espécimes de amostras sólidas a partir de rolos devem ser seleccionados a partir do centro destas e se possível, pelo menos a 10 ou 50 cm do limite do lado mais curto, consoante a norma de ensaio. Nas amostras que sejam para ser aplicadas juntas, como peças, as amostras deverão ser colocadas lado a lado e o espécime seleccionado corresponderá ao centro da amostra (Figura 19).

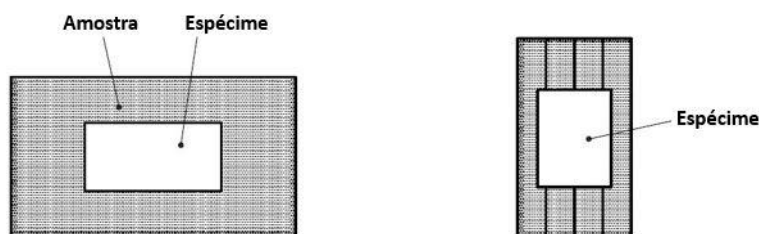


Figura 19 - Amostras e selecção de espécimes, adaptado [97].

Amostras líquidas deverão ser aplicadas directamente ou homogeneizadas com auxílio de uma espátula e colocadas de forma uniforme no suporte. As normas ISO 16000-11, EN 16516 e CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 especificam as etapas que os produtos têm de ultrapassar até serem colocados nos locais de amostragem. Tanto a EN 16516 como a CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 basearam-se na ISO 16000-11, tendo adicionado especificações em relação, por exemplo, à rastreabilidade das amostras. As normas referem que as amostras devem seguir para o laboratório de testes o mais rápido possível após concluído o seu processo de fabrico. A norma americana também define datas-limite para recolha de amostras sólidas e líquidas, envio para o laboratório de testes e início dos testes (Quadro 22). A norma EN 16516 refere que as amostras

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

devem chegar ao laboratório de testes até 14 dias após a recolha em fábrica e que o início dos testes de amostras líquidas deve ocorrer até 4 meses.

Quadro 22 - Cronologia das etapas das amostras sólidas e líquidas, definidas pela norma CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 [98].

Tipo de amostra	Evento	Datas-limite
Amostras sólidas	Recolha da amostra	Até 24 horas do final do processo de fabrico
	Envio para o laboratório de testes	Até 24 horas da recolha da amostra
	Início dos testes	Até 5 semanas do final do processo de fabrico
Amostras líquidas	Envio para o laboratório de testes	Até 3 meses do final do processo de fabrico
	Início dos testes	Até 4 meses do final do processo de fabrico

Câmaras de teste

Para se determinar as concentrações de COV emitidas, recorre-se, geralmente, a câmaras de teste, com o objectivo de se simular as emissões dos produtos de construção no ar interior, no cenário em que estes são usados. As normas definem as características da câmara de teste onde irá ser realizada a determinação de emissões de COV. O teste deverá conter os seguintes elementos: filtro de ar, sistema de ar condicionado, regulador e medidor de caudal de ar, câmara de teste, dispositivo de circulação de ar (ventoinha, por exemplo) e controlo da velocidade do ar, sensores de temperatura, humidade e velocidade, sistemas de monitorização de temperatura e humidade e colector de amostra (Figura 20). Durante o teste, a temperatura, a humidade e a taxa de renovação de ar deverão ser mantidos constantes. A câmara de teste e os restantes componentes do sistema de amostragem que entram em contacto com os COVs emitidos são, normalmente, feitos de aço inoxidável ou vidro e deverão ser testados na câmara de teste para se verificar que não emitem COV.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

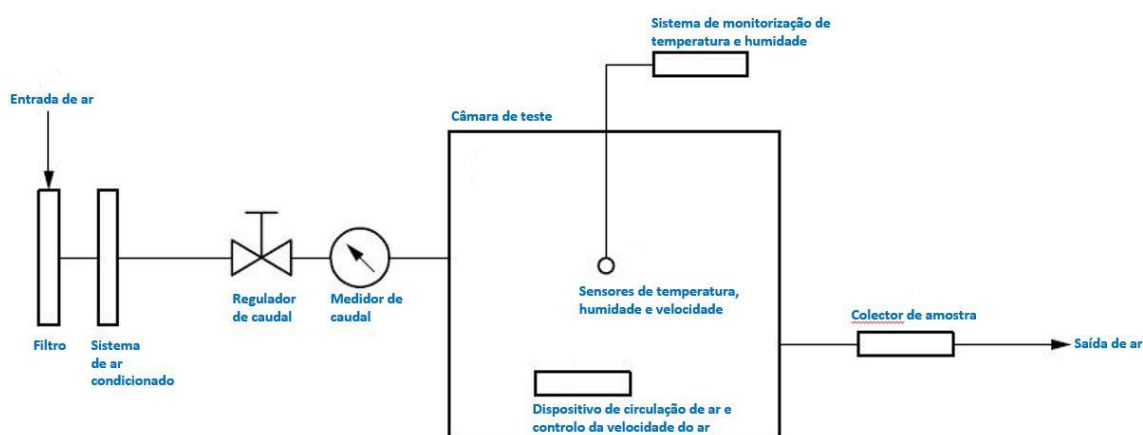


Figura 20 - Elementos que compõem um teste de câmara de emissões de COV [99]

A câmara de teste (Figura 21) deve ser hermética, de forma a evitar troca de ar desregulada com o exterior e deve ser operada ligeiramente acima da pressão atmosférica.



Figura 21 - Câmara de teste [82].

O ar na saída da câmara de teste deve ser contabilizado para a amostra, embora possam ser utilizados pontos de amostragem separados na câmara de teste, desde que o ar amostrado seja equivalente ao ar de exaustão. Também podem ser utilizados vários colectores, de forma a ser possível obter duplicados. As normas ISO 16000-9, EN 16516, EN 717-1 (apenas determinação de formaldeído) e CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 definem características de câmaras de teste diferentes como a temperatura, a humidade, a duração dos testes, a taxa de renovação de ar, a velocidade do ar e o volume da câmara (Quadro 23). A norma EN 16516 definiu a Sala de Referência Europeia, desenvolvendo a sala de referência da norma ISO 16000-9. Os resultados dos testes terão de ter em conta as especificidades atribuídas às salas de referência. Quanto

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

mais específica for a informação sobre os valores a atribuir a vários factores, como é o caso do factor loading, o resultado final será mais próximo da situação real. O factor loading representa a relação entre a área exposta do espécime e o volume da câmara de testes. Em comparação com a ISO 16000-9 e a EN 717-1, a norma EN 16516 é mais específica. Contudo, a norma americana demonstra ser ainda mais específica, distinguindo dois tipos de salas de referência: escola e escritório [99] [96] [100] [98]. A taxa de renovação de ar escolhida também influencia o resultado final. Quanto maior for este valor, menor será a concentração da substância em estudo. Considera-se que as renovações de ar no interior das divisões podem ser muito inferiores a $0,5 \text{ h}^{-1}$, especialmente quando não existe ventilação mecânica [101].

Quadro 23 - Características das câmaras de teste das normas ISO 16000-9, EN 16516, EN 717-1 e CDPH/EHLB/Standard Method V1.2.

	ISO 16000-9	EN 16516	EN 717-1	CDPH/EHLB/Standard Method V1.2
Temperatura (°C)	23 ± 2	23 ± 1	$23,0 \pm 0,5$	23 ± 1
Humidade relativa (%)	50 ± 5	50 ± 5	45 ± 3	50 ± 5
Taxa de renovação de ar (h^{-1})	0,5	0,5	1	1
Velocidade do ar (m/s)	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	Não definido
Volume da câmara (m^3)	Não definido	$> 0,02$	12, 1, 0,225	0,05-1,00
Duração do teste	72 ± 2 horas e 28 ± 2 dias	28 dias ou 3 e 28 dias, conforme a legislação	10 a 28 dias	10 dias + 96 ± 2 horas

Determinação da concentração de COV

No processo de cálculo, para se determinar a concentração de COV, tem de se calcular a concentração na câmara de testes e posteriormente converter para as condições da sala de referência [96].

A taxa de emissão específica de uma substância depende da concentração da massa dessa substância no ar amostrado, da taxa de renovação de ar da câmara e do factor loading da câmara de testes conforme se verifica na equação (3):

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

$$SER_A = \frac{(c_a AC_t)}{L_{At}} \quad (3)$$

SER_A – Taxa de emissão específica ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)

c_a – Concentração em massa de uma substância a no ar amostrado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

AC_t – Taxa de renovação de ar da câmara de testes (h^{-1})

L_{At} – Factor Loading na câmara de testes (m^2 de amostra/ m^3)

Posteriormente, calcula-se a concentração da substância na sala de referência, segundo a equação (4):

$$c_R = \frac{(SER_A L_{AR})}{AC_R} \quad (4)$$

c_R – Concentração em massa de uma substância a no ar da Sala de Referência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

L_{AR} – Factor Loading na sala de referência (m^2 de amostra/ m^3 de sala de referência)

AC_R – Taxa de renovação de ar na sala de referência (h^{-1})

Amostragem e análise de COV

Num determinado teste, o ar passa por um ou mais tubos contendo um material adsorvente (anteriormente designado como coletor de amostra), o Tenax TA, um polímero poroso do óxido de 2,6-difenil-p-fenileno (Figura 22). Os COV são retidos nos tubos e analisados em laboratório. Os COV são desadsorvidos por acção térmica (260-280 °C) e transferidos por arraste com um gás inerte para serem analisados por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama ou acoplado a um equipamento de espectrometria de massa.

Os tubos com Tenax TA deverão ser de aço inoxidável ou de vidro. Antes de cada amostragem, deverão ser expostos a um gás inerte a 300 °C, por 10 minutos, para serem removidos quaisquer vestígios de COV. Os tubos devem ser selados com tampas de parafuso de metal com anilhas PTFE. Poderão ser utilizados até 4 semanas, período após o qual deverão sofrer novo tratamento de limpeza, antes de serem utilizados. As normas ISO 16000-6, EN 16516 e CDPH/EHLB/Standard

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Method V1.2 definem o método de amostragem e os equipamentos a utilizar na análise de COV. Ambos utilizam o Tenax TA para reter os COV, mas divergem nos equipamentos de análise. No desenvolvimento da EN 16516, que se baseou na ISO 16000-6, considerou-se que a coluna de cromatografia gasosa deverá ser 5% fenil e 95% metilpolisiloxano e que é obrigatório a sua utilização. A ISO 16000-6 enuncia a coluna do tipo apolar constituída por uma fase estacionária - 100% de dimetilpolisiloxanos - mas não obriga a sua utilização. A norma ISO 16000-6 também refere que os COV podem ser analisados por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama ou acoplado a um equipamento de espectrometria de massa, mas as normas EN 16516 e CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 referem apenas a utilização através da espectrometria de massa. A detecção por espectrometria de massa associada a cromatografia gasosa permite identificar e determinar quantitativamente um número muito elevado e diversificado de compostos voláteis e semi-voláteis [96] [98] [102].



Figura 22 - Tubo com Tenax TA acoplado à câmara de teste (no interior de uma forma oval azul) e 5 pontos de recolha de amostra de ar da câmara (no interior de uma forma oval amarela) [103].

Amostragem e análise de formaldeído

As normas ISO 16000-3 e CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 além de serem aplicáveis ao formaldeído também o são a outros aldeídos e cetonas. Determinam que, na câmara de testes,

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

onde se encontra a amostra, o ar passa por cartuchos com sílica gel, revestidos com o reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), ocorrendo uma reacção entre os compostos e o reagente, formando assim compostos derivados estáveis. Os derivados são eluídos do cartucho e analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com detecção ultravioleta. [104]. O método DNPH apresenta precisão elevada [105]. Contudo, tem uma duração longa (1 a 2h) e é dispendioso, principalmente por ser necessário a utilização da HPLC [106]. Já a norma EN 717-1 aplica-se à determinação de formaldeído emitido através de painéis à base de madeira. Especifica que os espécimes são colocados na câmara de testes, onde o formaldeído se vai libertar e misturar com o ar da câmara. O ar da câmara passa por frascos lavadores com água, absorvendo o formaldeído. A determinação do formaldeído é realizada através do método acetilacetona, que se baseia na reacção de Hantzsch, na qual o formaldeído reage com os iões amónio e acetilacetona para formar 3,5-diacetil-1,4-dihidrolutidina. O derivado pode ser detetada por espectrofotometria ultravioleta/visível [100]. O método acetilacetona é mais fácil de executar e a reacção de Hantzsch é específica para o formaldeído [106].

Avaliação sensorial (odor)

Na ausência de métodos mais adequados, os métodos físico-químicos têm sido utilizados para a identificação e quantificação de odores. Contudo, os resultados não reflectem adequadamente as situações reais. Uma vez que as emissões de COV são frequentemente acompanhadas de odores, o que também pode levar a uma diminuição da qualidade de vida, usar o nariz humano para determinar a aceitabilidade de odores é uma parte importante da avaliação de produtos de construção. Vários factores devem ser tidos em conta ao se realizar um teste de odor, uma vez que estes são subjectivos e como a percepção de odores dentro de uma população também varia, o teste é realizado por várias pessoas, que constituem o painel de odores. Este painel deve ser capaz de verificar a presença de um odor, o tipo de odor, a intensidade e se é perturbador ou não. Deve-se também ter em conta que um odor desagradável não significa necessariamente uma elevada concentração de COV, assim como o inverso não

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

significa que haja um odor desagradável presente. A avaliação de odor através dos elementos do painel de odores poderá ter em conta 4 métodos:

- Aceitabilidade – Parâmetro de avaliação da insatisfação esperada dos ocupantes de uma divisão, composta por um painel com 15 elementos não treinados. Os elementos têm de responder à pergunta “suponha que, diariamente, é exposto a este cheiro por várias horas. Quão aceitável é a qualidade do ar?”. As respostas poderão variar numa escala entre “claramente aceitável” (+1) e “claramente inaceitável” (-1);
- Tom hedónico – São seleccionados, no mínimo, 8 elementos treinados ou 15 não treinados, que avaliam o ar amostrado com base numa escala de 9 possibilidades, desde “extremamente agradável” (+4) a “extremamente desagradável” (-4);
- Qualidade do odor – Não está definido o número de elementos do painel, que caracterizam o odor sentido, descrevendo-o como “mofo, podre, doce, cheiro a madeira ou a tinta, etc.”;
- Intensidade
 - Determinação da intensidade por meio de escala - A avaliação da intensidade é realizada por meio de uma escala de sete algarismos que varia de inodoro (0) a extremamente forte (6), com recurso a, pelo menos, 15 sujeitos;
 - Intensidade percebida - Os espécimes são examinados sob condições climáticas específicas, em câmaras de teste. Em horários definidos, a intensidade das amostras de odor são avaliadas por um grupo de, pelo menos, 8 pessoas treinadas. A unidade para a intensidade percebida é pi (π). Os sujeitos avaliam a intensidade da amostra por meio de uma escala comparativa, permitindo assim uma padronização da avaliação da intensidade o que se traduz numa redução da variância dos valores obtidos. A determinação da escala comparativa é realizada utilizando acetona como substância de referência. Os valores variam de 0 a 15 pi. [107] [108] [109] [110].

4. Comparações

De forma a facilitar a compreensão dos quadros seguintes, são feitas de seguida, algumas considerações sobre termos e a origem de informações:

Substâncias CMR:

- As substâncias CMR a que se referem os rótulos ecológico europeus, bem como as legislações alemã, francesa, belga e italiana, referem-se às substâncias de categoria 1A/1 e categoria 1B/2, do Anexo VI, Quadro 3.1, do Regulamento (CE) N.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2008, alterado pelo Regulamento Delegado (EU) 2010/1182 da Comissão, de 19 de Maio de 2020 [111] [112];
- Os rótulos ecológicos alemães também incluem as substâncias presentes no documento Regras Técnicas para Substâncias Perigosas (Technische Regel für Gefahrstoffe – TRGS) 905: K1A, K1B, M1A, M1B, R1A, R1B; IARC: Grupo 1 & 2A; DFG (MAK-List): Categoria III1, III2 [113];
- Na avaliação a 3 dias, o valor-limite refere-se à soma das concentrações individuais;
- Na avaliação a 28 dias, o valor-limite refere-se aos valores individuais.

Parâmetro COVT sem o valor LCI – soma das emissões das substâncias sem valor LCI definido:

- Apresenta-se como “COVT S/ LCI”.

Critérios utilizados

De forma a comparar valores-limite, foram escolhidos critérios de rótulos ecológicos que abrangessem os mesmos tipos de produtos de construção. Assim sendo, seleccionaram-se critérios que pavimentos, revestimentos e adesivos:

- Blue Angel DE-UZ 113- Low-emission Flooring Adhesives and other Installation Materials [114];

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- Blue Angel DE-UZ 120 - Resilient Floor Coverings [115];
- Blue Angel DE-UZ 123 - Low-Emission Sealants for Interior Use [116];
- Blue Angel DE-UZ 156 - Low-Emission Flooring Underlays [117];
- EMICODE - Flooring installation products, Adhesives, Construction Products [118];
- AFSSET/ANSES - Procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration [65];
- Das Kork-Logo - Kork auf dem Boden [119];
- Natureplus Guideline 0808 - Mineral-Based Adhesive and Filler/ Render/Plaster Coatings for Interior Use [120];
- Natureplus Guideline 5010 - Low Emission Building Products [121];
- M1 - M1-Criteria [71];
- DICL - General test and labelling criteria [122];
- Nordic Swan Ecolabel – Floor coverings [123];
- •Nordic Swan Ecolabel – Construction and facade panels [124];
- Byggvarubedomningen – Criteria for chemical content and lifecycle aspects [125];
- Österreichische Umweltzeichen UZ 07 – Holz, Holzwerkstoffe und Fußbodenbeläge aus Holz [126];
- Österreichische Umweltzeichen UZ 42– Elastische Fußbodenbeläge [127];
- EU Ecolabel – Revestimentos à base de madeira, de cortiça ou de bambu para pavimentos [128];
- FloorScore e Indoor Advantage Gold - CDPH/EHLB Standard Method v1.2-2017 [98];
- AgBB – Requirements for the Indoor Air Quality in Buildings: Health-related Evaluation Procedure for Emissions of Volatile Organic Compounds (VVOC, VOC and SVOC) from Building Products [86];
- França – l’étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils [88];

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- Bélgica - C – 2014/24239 Arrêté royal établissant les niveaux seuils pour les émissions dans l'environnement intérieur de produits de construction pour certains usages prévus [91];
- Itália - Piano d'azione nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP) [93].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

4.1 Comparação de métodos de ensaio entre rótulos ecológicos e legislações

Os rótulos ecológicos europeus de produtos de construção e a Comissão Europeia têm caminhado no sentido da uniformização de métodos de ensaio. Serão utilizadas as normas de ensaio que permitam aos avaliadores obterem a informação mais realística sobre o comportamento dos produtos na divisão/edifício onde serão colocados. Na UE opta-se, prioritariamente, por normas CEN, mas caso existam normas ISO com técnicas de ensaio que permitam obter melhores resultados, deverão ser essas a adoptar. Por exemplo, as características da câmara de testes têm-se alterado ao longo dos anos: EN 13419, ISO 16000-9 e agora, EN 16516 [44]. A norma EN 16516 foi publicada em 2017 e desde então os sistemas de rotulagem europeus reviram os seus critérios, de forma a estar vertida a utilização da norma CEN. À excepção do Byggsvarubedomningen, que ainda permite a utilização da norma ISO 16000-9, os restantes rótulos indicam a norma EN 16516. Para a determinação de formaldeído os rótulos alemães e o francês indicam apenas a ISO 16000-3, o DICL não especifica, o EU ecolabel refere a EN 717-1, enquanto os restantes permitem as duas possibilidades. A avaliação sensorial é de carácter obrigatório pelos sistemas de rotulagem Das Kork-Logo, Natureplus (critério adesivos), M1 e DICL, facultativa pelo Bue Angel e AFSSET/ANSES e os restantes não têm incluída essa avaliação (Quadro 24).

Os métodos de ensaio das legislações europeias são quase uniformes. Apesar do rótulo ecológico francês (AFSSET/ANSES) já ter revisto a norma de ensaio, a legislação francesa, por enquanto, só faz referência às normas ISO 16000. Os restantes 3 países impõem a utilização da norma EN 16516. A determinação de formaldeído é feita com base na norma 16000-3, nos 4 países (Quadro 25).

Os rótulos americanos FloorScore e Indoor Advantage Gold utilizam a norma CDPH/EHLB/Standard Method V1.2 na determinação de COV e formaldeído. A avaliação sensorial não é considerada.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 24 - Comparação de normas de ensaio entre rótulos ecológicos europeus.

Designação do rótulo ecológico	Determinação de formaldeído	Determinação de COV	Avaliação sensorial
Blue Angel DE-UZ 113, 120, 123, 156	ISO 16000-3	EN 16516	ISO 16000-28 + VDI 4302 (Opcional)
EMICODE	ISO 16000-3	EN 16516	--
AFSSET/ANSES	ISO 16000-3	EN 16516	ISO 16000-28 (Opcional)
Das Kork-Logo	ISO 16000-3	EN 16516	VDA 270 i.A.
Natureplus 0808, 5010	ISO 16000-3	EN 16516	Procedimento interno TM 04- Odour
M1	ISO 16000-3 ou EN 717-1	EN 16516	ISO 16000-28
DICL	--	EN 16516	ISO 16000-28
Nordic Swan Ecolabel	ISO 16000-3 ou EN 717-1	EN 16516	--
Bygghvarubedomningen	ISO 16000-3 ou EN 717-1	ISO 16000- 6, 9, 11 ou EN 16516	--
Österreichische Umweltzeichen UZ 07, UZ 42	ISO 16000-3 ou EN 717-1	EN 16516	--
EU Ecolabel	EN 717-1	EN 16516	--

Quadro 25 - Comparação de normas de ensaio entre legislações europeias.

	Determinação de formaldeído	Determinação de COV	Avaliação sensorial
Alemanha (AgBB)	ISO 16000-3	EN 16516	ISO 16000-28 + VDI 4302 (Opcional)
França	ISO 16000-3	ISO 16000- 6, 9, 11	--
Bélgica	ISO 16000-3	EN 16516	--
Itália	ISO 16000-3	EN 16516	--

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

4.2 Comparação entre avaliações sensoriais

A norma ISO 16000-28 é a norma mais utilizada na condução das avaliações sensoriais (Quadro 26). As exceções são o Das Kork-Logo e o UZ 07 do Natureplus. Na execução de testes do rótulo Blue Angel e do AgBB, é necessário complementar com a norma alemã VDI 4302, no que diz respeito à apresentação de resultados. A ISO 16000-28 permite que a avaliação sensorial seja executada através de 3 métodos: aceitabilidade, tom hedónico e intensidade percebida. O método aceitabilidade é requerido pelos sistemas de rotulagem M1 e DICL, sendo obrigatório a sua determinação. De uma escala de -1 a 1, os valores de odor têm de ser iguais ou superior a 0 (M1) ou superior a 0,1 (DICL). O rótulo Blue Angel assim como o AgBB indicam, de forma facultativa, o método intensidade percebida. O produto passa no teste de avaliação sensorial se a intensidade percebida não exceder 7 pi, numa escala de 0 a 15 pi. O rótulo ecológico Das Kork-Logo aplica a norma alemã da indústria automóvel VDA 270. Nesta avaliação é necessário reunir um painel com 3 sujeitos treinados que irão classificar o odor numa escala de 1 (imperceptível) a 6 (insuportável) e o valor terá de ser igual ou inferior a 3. O critério UZ 07 Natureplus indica que o teste deverá ser realizado conforme procedimento interno TM-04 Odour. Neste procedimento é aplicado o método de intensidade por meio de uma escala de 6 valores (como no caso do Das Kork-Logo), após o produto estar 24 horas numa câmara de teste. O odor não deverá exceder o valor 3. O rótulo ecológico francês refere a avaliação sensorial e a norma específica nos seus critérios, mas apenas refere que se deve realizar assim que haja mais informações sobre este tipo de teste, mesmo que em 2005, tenha existido uma proposta por parte do CSTB de se realizar a avaliação sensorial, tendo em conta a intensidade do odor. O AgBB e Blue Angel reforçaram os seus critérios com a inclusão desta avaliação, embora de forma voluntária [44].

Apesar de se ter caminhado no sentido de atingir resultados condizentes com a realidade, considera-se que a avaliação sensorial ainda tem de ser alvo de muito estudo. Avaliações por meio da norma mais aplicada - ISO 16000-28 - redundam em resultados com valor de incerteza elevado, baixa precisão e baixa reprodutibilidade. Por exemplo, a temperatura e a humidade

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

relativa influenciam o resultado da avaliação sensorial e apesar de estudos já realizados, considera-se que a relação entre os dois parâmetros e a percepção olfactiva em humanos tem de ser alvo de mais investigação [110] [129] [130].

Quadro 26 - Comparação de normas de ensaio, método de determinação e valor-limite de avaliação sensorial

Designação do rótulo ecológico	Avaliação sensorial	Método	Valor-limite	Escala
Blue Angel DE-UZ 113, 120, 123, 156	ISO 16000-28 + VDI 4302 (Opcional)	Intensidade percebida	≤ 7	0 a 15 pi
AFSSET/ANSES	ISO 16000-28 (Opcional)	--	--	--
Das Kork-Logo	VDA 270 i.A.	Intensidade por meio de uma escala	≤ 3	1 a 6
Natureplus 0808	Procedimento interno TM 04- Odour	Intensidade por meio de uma escala	≤ 3	1 a 6
M1	ISO 16000-28	Aceitabilidade	$\geq 0,0$	-1 a 1
DICL	ISO 16000-28	Aceitabilidade	$> 0,1$	-1 a 1
Alemanha (AgBB)	ISO 16000-28 + VDI 4302 (Opcional)	Intensidade percebida	≤ 7	0 a 15 pi

4.3 Comparação dos critérios e duração das avaliações de cada rótulo ecológico

No início do século, os sistemas de rotulagem efetuavam a avaliação por meio de até 3 recolhas de amostras. O rótulo Blue Angel era o único que determinava a recolha em dois momentos, nos mesmos períodos de hoje (3 e 28 dias). O EMICODE, o Natureplus e o Österreichische Umweltzeichen indicavam um primeiro teste de determinação de substâncias cancerígenas após 24h, o EMICODE e o DICL determinavam a avaliação de COV ao fim de 10 dias e o DICL realizava avaliações ao fim de 3, 10 e 28 dias [44].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Uma das diferenças entre as normas que definem os testes de câmara- ISO 16000-9 e EN 16516 - é a duração dos testes. A norma ISO menciona que devem ser feitas colheitas de amostras passadas 72 ± 2 horas e $2 \pm 28 \pm 2$ dias. A norma EN refere que ao fim de 28 dias as emissões atingem o seu equilíbrio ou começaram a diminuir, mas permite que sejam recolhidas amostras ao fim de 3 dias. A recolha de amostras em dois momentos distintos permite perceber a evolução da concentração de um determinado poluente no ar da câmara. A determinação de compostos ao fim de 3 dias pode conduzir a resultados de emissão erróneos, uma vez que as emissões de alguns produtos podem aumentar após 3 dias de amostragem [96]. Os rótulos ecológicos M1, Nordic Swan Ecolabel e EU Ecolabel definiram critérios de determinação de COV ao fim de 28 dias, não fixando limites para concentrações prévias a este período (Quadro 27). Outra diferença entre estes 3 rótulos e os demais, tem a ver com a ausência de valores-limite para o parâmetro COV S/ LCI. Uma vez que existem muitas substâncias das quais se desconhece o risco [83], seria prudente adicionar esse parâmetro à listagem de critérios. Os restantes rótulos aplicam o esquema de avaliação AgBB, onde a avaliação de COV é feita por etapas, durante 3 e 28 dias, e caso os critérios em cada etapa não sejam cumpridos, o produto não passa para seguinte, chumbando no teste. O sistema de rotulagem EMICODE diferencia-se dos demais, uma vez que o formaldeído é determinado ao fim de 3 dias de ensaio e comparado com o valor-limite definido. Também é determinado ao fim de 28 dias, mas para o seu valor ser incluído no cálculo do valor R.

No que diz respeito às legislações em vigor, a Alemanha segue o esquema AgBB, isto quer dizer que fixa avaliações a 3 e 28 dias. A França, Bélgica e Itália fixam valores-limite apenas ao fim de 28 dias.

Os rótulos FloorScore e Indoor Advantage Gold procedem à avaliação dos poluentes ao fim de 14 dias. Poderão ser colhidas amostras de COVT e formaldeído ao fim de 11 ou 12 dias, para as emissões serem comparadas com amostra de 14 dias. Esta comparação permite perceber se as concentrações permaneceram relativamente constantes ou se diminuíram lentamente ao longo do tempo. Desvios acima do esperado (por exemplo, $\pm 25\%$), podem levar à repetição do teste [98].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 27 – Critérios e duração das avaliações de cada rótulo ecológico

Designação do rótulo ecológico	Avaliação ao fim de 3 dias					Avaliação ao fim de 28 dias			
	COVT	Substâncias CMR	Formaldeído	COVT	COSVT	Substâncias CMR	R	COVT S/ LCI	Formaldeído
Blue Angel DE-UZ 113, 120, 123, 156	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EMICODE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
AFSSET/ANSES	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Das Kork-Logo	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Natureplus 0808, 5010	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
M1	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
DICL	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Nordic Swan Ecolabel	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Österreichische Umweltzeichen UZ 07, UZ 42	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EU Ecolabel	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

4.4 Comparação dos valores-limite, ao fim de 3 dias – Rótulos ecológicos

Conforme referido, o EMICODE é o único rótulo que fixa valores-limite para o formaldeído ao fim de 3 dias de avaliação, sendo o mesmo valor para qualquer um dos 3 tipos de certificação – $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em relação às substâncias cancerígenas, o valor-limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ só não é fixado pelo rótulo Natureplus, que fixa um valor 10 vezes mais baixo. Em 2005, o valor-limite de COVT do critério DE-UZ 120 Blue Angel era de $1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e o proposto para o rótulo francês fixava-se nos $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [44]. Actualmente, o valor-limite varia mesmo entre critérios do mesmo rótulo ecológico, como é o caso do Blue Angel e do Österreichische Umweltzeichen. O rótulo dinamarquês tem definido o valor mais elevado ($10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido do Natureplus, EMICODE EC2 e o critério UZ 07 do rótulo austríaco ($3000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), com $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o critério DE-UZ 123 Blue Angel, com $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a maior parte dos rótulos – Blue Angel DE-UZ 113, 120 e 156, EMICODE EC1, AFSSET/ANSES, Das Kork-Logo e o critério 42 do rótulo austríaco – e, com $750 \mu\text{g}/\text{m}^3$, encontra-se fixado o valor-limite para a certificação EMICODE EC1 Plus (Quadro 28).

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 28 – Critério e valores-limite de emissão definidos, ao fim de 3 dias de avaliação.

Designação do rótulo ecológico	COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Avaliação ao fim de 3 dias	
		Substâncias CMR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Formaldeído ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Blue Angel DE-UZ 113	≤ 1000	≤ 10	--
Blue Angel DE-UZ 120,	≤ 1000	≤ 10	--
Blue Angel DE-UZ 123	≤ 2000	≤ 10	--
Blue Angel DE-UZ 156	≤ 1000	≤ 10	--
EMICODE EC2	≤ 3000	≤ 10	≤ 50
EMICODE EC1	≤ 1000	≤ 10	≤ 50
EMICODE EC1 Plus	≤ 750	≤ 10	≤ 50
AFSSET/ANSES	≤ 1000	≤ 10	--
Das Kork-Logo	≤ 1000	≤ 10	--
Natureplus 0808, 5010	≤ 3000	≤ 1	--
DICL	≤ 10000	≤ 10	--
Österreichische Umweltzeichen UZ 07	≤ 3000	≤ 10	--
Österreichische Umweltzeichen UZ 42	≤ 1000	≤ 10	--

4.5 Comparação dos valores-limite, ao fim de 28 dias – Rótulos ecológicos

Os valores-limite definidos de alguns parâmetros de 2005 também sofreram actualizações. Por exemplo, os critérios Blue Angel DE-UZ 120 e Naturplus definiam, respectivamente, 360 e 200-300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o parâmetro COVT, 40 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o parâmetro COSVT. Já o valor-limite de formaldeído manteve-se nos 2 critérios e também no critério do rótulo ecológico M1 [44]. No Quadro 29 encontram-se identificados os critérios de avaliação de emissão de COV, durante

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

28 dias de teste, actuais. Dos rótulos ecológicos europeus apresentados, o Blue Angel DE-UZ 113 e o EMICODE EC1 Plus estabelecem o valor de COVT mais restritivo – $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O EMICODE EC1 também apresenta valor-limite relativamente baixo – $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O Nordic Swan Ecolabel tem dois tipos de produtos com valor-limite de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, assim como o EU Ecolabel (revestimentos laminados), seguido do M1 com $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A maioria dos rótulos tem fixado o valor de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 3 critérios Blue Angel, EMICODE EC2, Das Kork-Logo, Natureplus, Österreichische Umweltzeichen e 5 critérios EU Ecolabel. O rótulo francês e o dinamarquês apresentam o valor-limite mais elevado ($1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$). No parâmetro COSVT os valores mais restritivos pertencem a 3 critérios Blue Angel (DE-UZ 120, 123, 156), 2 critérios Nordic Swan (piso plástico e painéis de construção que não de madeira) e ao critério UZ 42 do rótulo austríaco ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Em sentido contrário encontram-se também 2 critérios do Nordic Swan, EU Ecolabel, DICL, Natureplus, Das Kork-Logo e EMICODE EC2. O parâmetro substâncias cancerígenas apresenta diferenças nos critérios do Nordic Swan. Nestes critérios, é especificado que não se podem detectar este tipo de substâncias. O critério Blue Angel DE-UZ 113 e o EMICODE EC1 Plus voltam a apresentar valor-limite mais restritivo, também no parâmetro COVT S/ LCI ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). O valor-limite de emissão de formaldeído mais baixo pertence ao rótulo ecológico AFSSET/ANSES ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Apesar de o valor LCI-EU do formaldeído ser $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, apenas os critérios EMICODE e DICL não definem valor mais baixo.

Os critérios definidos na norma CDPH/EHLB Standard Method v1.2-2017 para avaliar a emissão de COV apresentam diferenças face aos estabelecidos nos rótulos europeus: não podem ser ultrapassados os valores-limite de 35 substâncias, definidas como Chronic Reference Exposure Levels, (CREL) da Califórnia e não existe valor-limite para COVT. O formaldeído é uma das substâncias consideradas e o seu valor-limite é mais baixo que os valores-limite dos rótulos ecológicos europeus apresentados ($9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Em alguns casos a diferença é dez vezes superior [98].

Tal como nos valores-limite ao fim de 3 dias de avaliação, também ao fim de 28 dias se verificam diversas actualizações em vários parâmetros. Estas alterações podem ter resultado de várias factores, como mais investigação e melhor conhecimento sobre os parâmetros a avaliar e o

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

efeito na saúde humana, preocupações ambientais e melhores tecnologias disponíveis nas diversas indústrias.

Quadro 29 – Critério e valores-limite de emissão definidos, ao fim de 28 dias de avaliação.

Designação do rótulo ecológico	Avaliação ao fim de 28 dias					
	COVT (µg/m³)	COSVT (µg/m³)	Substâncias CMR (µg/m³)	R	COVT S/ LCI (µg/m³)	Formaldeído (µg/m³)
Blue Angel DE-UZ 113	≤ 60	≤ 50	≤ 1	≤ 1	≤ 40	≤ 60
Blue Angel DE-UZ 120	≤ 300	≤ 30	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 60
Blue Angel DE-UZ 123	≤ 300	≤ 30	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 60
Blue Angel DE-UZ 156	≤ 300	≤ 30	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 60
EMICODE EC2	≤ 300	≤ 100	≤ 1	--	--	≤ 100 ⁵
EMICODE EC1	≤ 100	≤ 50	≤ 1	--	--	≤ 100 ⁵
EMICODE EC1 Plus	≤ 60	≤ 40	≤ 1	≤ 1	≤ 40	≤ 100 ⁵
AFSSET/ANSES	≤ 1000	--	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 10
Das Kork-Logo	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 36
Natureplus 5010	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 36
Natureplus 0808	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 24
M1	≤ 250	--	≤ 1	--	--	≤ 63
M2	≤ 500	--	≤ 1	--	--	≤ 100
DICL	≤ 1000	≤ 100	≤ 1	≤ 1	≤ 50	≤ 100 ⁶
Nordic Swan Ecolabel piso de madeira e linóleo	≤ 300	≤ 100	Não detectável	--	--	≤ 60

⁵ O rótulo ecológico EMICODE não define valor-limite de formaldeído para nenhum dos certificados, mas a legislação alemã define o valor LCI de 100 µg/m³ [86].

⁶ O rótulo ecológico DICL não define valor-limite de formaldeído, mas refere que os valores LCI a serem utilizados são os da UE. Assim sendo, o valor é 100 µg/m³.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Designação do rótulo ecológico	Avaliação ao fim de 28 dias					
	COVT (µg/m³)	COSVT (µg/m³)	Substâncias CMR (µg/m³)	R	COVT S/ LCI (µg/m³)	Formaldeído (µg/m³)
Nordic Swan Ecolabel piso plástico	≤ 160	≤ 30	Não detectável	--	--	≤ 30
Nordic Swan Ecolabel Painéis de construção que não de madeira	≤ 160	≤ 30	Não detectável	--	--	≤ 30
Nordic Swan Ecolabel Painéis de construção com tratamento de madeira	≤ 400	≤ 100	Não detectável	--	--	≤ 30
Österreichische Umweltzeichen UZ 07	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 37
Österreichische Umweltzeichen UZ 42	≤ 300	≤ 30	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 60
EU Ecolabel Revestimentos de madeira maciça	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	--	Pranchas de base não-MDF / não-HDF não-tratadas ≤ 62,0 ⁷ ou Pranchas de base MDF/HDF não-tratadas ≤ 80,6 ⁸
EU Ecolabel Revestimentos de madeira multicamadas	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	--	
EU Ecolabel Revestimentos de cortiça	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	--	
EU Ecolabel Revestimentos de bambu	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	--	Pranchas de base MDF/HDF não-tratadas ≤ 80,6 ⁸
EU Ecolabel Revestimentos laminados	≤ 160	≤ 100	≤ 1	≤ 1	--	
EU Ecolabel Revestimentos de painéis folheados	≤ 300	≤ 100	≤ 1	≤ 1	--	

⁷ Corresponde a 50% do valor-limite de atribuição da classificação E1, como está definido no anexo B da norma EN 1396+A1.

⁸ Corresponde a 65% do valor-limite de atribuição da classificação E1, como está definido no anexo B da norma EN 1396+A1.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

4.6 Comparação dos valores-limite – Quadro legal

As avaliações dos produtos de construção comercializados na Alemanha têm de seguir o esquema AgBB, no qual os produtos são avaliados ao fim de 3 e 28 dias. Nos restantes a avaliação é feita apenas ao fim de 28 dias. A Bélgica adoptou critérios de avaliação, bem como valores-limite semelhantes. As diferenças residem no número de substâncias LCI de cada legislação – 198 Alemanha, Bélgica 170 – assim como nos valores-limites fixado.

A França fixou critérios de atribuição de 4 tipo de certificados (A+, A, B, C), com base na avaliação de apenas 10 COV específicos, mais o parâmetro COVT. Itália definiu os parâmetros e respectivos valores-limite correspondentes à classificação francesa A.

Verifica-se que no Quadro 30, o parâmetro COVT tem o valor limite mais restritivo ($1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na legislação alemã, belga e francesa A+, enquanto a italiana definiu $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No que diz respeito ao formaldeído, o certificado francês A+ fixa o valor mais baixo ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido da Itália ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$). França e Bélgica fixam o mesmo valor-limite da lista mestre EU-LCI.

Dos 4 países, a França é o único país que impõem a obrigatoriedade das embalagens dos produtos testados terem o rótulo correspondente. Também é o único que atribui mais do que um tipo de rótulo.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Quadro 30 - Critérios e valores-limite definidos pelos 4 países, ao fim de 28 dias de avaliação.

Parâmetros	Alemanha (AgBB)	Bélgica	França A+	Itália
COVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1500
COSVT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 100	≤ 100	--	--
Substâncias CMR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 1	≤ 1	--	--
R	≤ 1	≤ 1	--	--
COVT S/ LCI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 100	≤ 50	--	--
Formaldeído ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 100	≤ 100	≤ 10	≤ 60
Acetaldeído ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 1200	≤ 1200	≤ 200	≤ 300
Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 2900	≤ 2900	≤ 300	≤ 450
Tetracloroeteno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Não definido	Não definido	≤ 250	≤ 350
Xileno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 500	≤ 500	≤ 200	≤ 300
1,2,4-Trimetilbenzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 450	≤ 450	≤ 1000	≤ 1500
1,4-Diclorobenzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Não definido	≤ 150	≤ 60	≤ 90
Etilbenzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 850	≤ 850	≤ 750	≤ 1000
2-Butoxietanol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 1600	≤ 1100	≤ 100	≤ 1500
Estireno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 250	≤ 250	≤ 250	≤ 350

5. Proposta de avaliação de COV, em rótulo ecológico de produtos comercializados em Portugal

No início deste século, o LQAI procedia à avaliação de emissões de COV por produtos de construção, baseado no esquema do relatório n.º 18 da ECA, esquema no qual o AgBB se baseou. No esquema ECA refere-se que a avaliação das emissões de COV deve ocorrer em dois momentos, ao fim de 3 e 28 dias, conforme a legislação alemã e, consequentemente, os rótulos ecológicos desse país. Também DIEL e o austríaco enveredam nesse sentido. As recolhas nestes dois momentos têm várias vantagens:

- Estudo do comportamento das emissões ao longo do teste;
- Impedir a continuação de testes para lá de 3 dias se não se cumprirem os valores-limite definidos por duas razões: tempo é dinheiro e as concentrações a partir do 3º dia de testes podem aumentar, ainda mais.

Estes dois momentos devem ser incluídos num futuro critério de limitação de COV, no rótulo ecológico português, assim como o esquema AgBB.

A avaliação sensorial tem evoluído ao longo dos anos e têm-se aperfeiçoado testes de odor, no sentido de traduzir por meio de um resultado a situação real. No entanto, resultados com valor de incerteza elevado, baixa precisão e baixa reprodutibilidade, demonstram que ainda existe muito caminho a percorrer nesta área e que, actualmente, não será o momento de considerar a avaliação sensorial uma obrigatoriedade, podendo ser facultativa.

O tipo de parâmetros a incluir devem estar em linha com a maioria dos rótulos ecológicos, não devendo ser semelhante à avaliação da norma CDPH/EHLB/Standard Method V1.2.

- Avaliação ao fim de 3 dias:
 - COVT;
 - Substâncias CMR (valor total).
- Avaliação ao fim de 28 dias:

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- COVT;
- COSVT;
- Substâncias CMR (valores individuais);
- Valor R;
- COVT S/ LCI (LCI-EU).

Uma vez que cada categoria de produtos tem características físicas e químicas específicas, deverão ser criados critérios diferentes. Em cada critério deverá ser atribuído um rótulo. A legislação francesa ou o rótulo EMICODE atribuem certificados consoante a concentração das emissões. Considera-se que esses diferentes níveis de certificados não são os mais adequados. Ao discriminar de forma positiva, premiando os fabricantes de produtos com emissões de COV mais baixas, pode-se criar uma resposta da parte do fabricante de aumento dos preços desses mesmos produtos, tornando mais caro o preço de produtos com menor efeito nocivo na saúde das pessoas. Este efeito poderá levar a que se opte por outros não tão seguros. Tendo em conta as melhores tecnologias disponíveis e os valores LCI-EU, devem-se definir valores-limite únicos.

Até existirem normas mais actualizadas, as normas de testes de avaliação de emissões de COV, deverão ser as seguintes:

- Determinação de formaldeído – ISO 16000-3 ou EN 717-1;
- Determinação de COV – EN 16516

Deverá fazer parte de um sistema de rotulagem orientado para os produtos comercializados em Portugal.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

6. Conclusão

A extensa revisão do estado atual da rotulagem ecológica de produtos para a construção, o levantamento de dados e a sistematização dos mesmos, permitiu chegar às seguintes conclusões:

- O Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de Dezembro, vem reforçar a necessidade de melhorar a vigilância em matéria de QAI, através da obrigatoriedade de, pelo menos, uma avaliação anual e, se for necessário, a tomada de acções no sentido de melhorar a qualidade em GES e os edifícios de comércio e serviços que abranjam creches, estabelecimentos de educação pré-escolar, primeiro ciclo do ensino básico e estruturas residenciais para pessoas idosas, tendo sido apresentados vários estudos onde não se verifica o cumprimento legal de parâmetros de QAI como COV ou formaldeído.
- O Decreto-Lei n.º 181/2006, de 6 de Setembro, alterado pelos Decretos-Leis n.os 98/2010, de 11 de Agosto e 180/2012, de 3 de Agosto, estabelece o regime de limitação das emissões de COV resultantes de solventes orgânicos em determinadas tintas decorativas e vernizes, destinadas a edifícios, sendo o único produto de construção que, actualmente, se encontra regulamentado em Portugal, face à emissão de COV;
- A QAI é um tema cada vez mais estudado e têm-se desenvolvido mecanismos de forma a garantir a melhor qualidade possível, como é o caso dos rótulos ambientais e mais precisamente, dos rótulos ecológicos, uma vez que são de índole voluntária e a sua avaliação baseia-se em múltiplos critérios;
- A inovação e desenvolvimento tecnológico, o facto de ser uma poderosa ferramenta de marketing, levando ao aumento do número de consumidores e, consequentemente, aumento do volume de vendas, bem como a eficiência de recursos (energia, água, resíduos) são algumas das vantagens dos rótulos ecológicos, enquanto os custos de adesão e renovação dos rótulos e a falta de apoios financeiros por parte dos estados, são apontados como as principais desvantagens;

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- A UE tem caminhado no sentido de harmonizar os rótulos ecológicos, através da elaboração de normas de ensaio CEN, tendo-se constatado uma diferença substancial face a 2005, nomeadamente em relação às normas de ensaio utilizadas, duração dos ensaios e valores-limite dos parâmetros;
- A avaliação sensorial, embora tenha sido alvo de muito estudo e de assimilação de conhecimento, ainda apresenta resultados com valor de incerteza elevado, baixa precisão e baixa reprodutibilidade, portanto, é uma área que necessita de mais investigação;
- A recolha de amostras em dois momentos distintos, permite verificar o comportamento das substâncias ao longo do teste, além de impedir a progressão do teste caso não sejam cumpridos os valores-limite, otimizando o tempo e custos dos laboratórios de teste;
- Uma vez que existem muitas substâncias cujo efeito na saúde se desconhece e outras que não são possíveis identificar por se encontrarem em concentrações muito baixas, considera-se que a definição de valor-limite do parâmetro COVT S/ LCI e COVT, respectivamente, são muito importantes no controlo da QAI;
- No desenvolvimento de um rótulo ecológico de produtos comercializados em Portugal, deve-se definir critérios diferentes de avaliação de COV, consoante a categoria dos produtos, proceder à avaliação em dois momentos (ao fim de 3 e 28 dias), por etapas (baseado no esquema AgBB), utilizar os métodos de ensaio ISO 16000-3 ou EN 717-1 na determinação de formaldeído e a EN 16516 na determinação dos restantes COV e atribuir um único tipo de certificado.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Referências

- [1] PÚBLICO Comunicação Social SA, “Legionella: Surto causou 12 mortos e 375 doentes, oito ainda hospitalizados,” 15 12 2014. [Online]. Available: <https://www.publico.pt/2014/12/15/sociedade/noticia/legionella-surto-causou-12-mortos-e-375-doentes-oito-ainda-hospitalizados-1679535>. [Acedido em 01 03 2021].
- [2] PÚBLICO Comunicação Social SA, “Legionella causa 14 mortes na região Norte. Origem do surto ainda não é conhecida,” 22 12 2020. [Online]. Available: <https://www.publico.pt/2020/12/22/sociedade/noticia/legionella-causa-14-mortes-regiao-norte-origem-surto-nao-conhecida-1943878>. [Acedido em 01 03 2021].
- [3] World Health Organization, WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants, Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2010.
- [4] D. R. Crump, V. M. Brown e P. T. C. Harrison, “Assessing and controlling risks from the emission of organic chemicals from construction products into indoor environments,” Environmental Science Processes & Impacts, 2013.
- [5] D. A. Missia, E. Demetriou, M. N., E. I. Tolis e J. G. Bartzis, “Indoor exposure from building materials: Afield study,” Atmospheric Environment 44 (2010) 4388-4395, 2010.
- [6] World Health Organization, Assessment of exposure to indoor air pollutants, Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe, 1997.
- [7] European Environment Agency, “Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe,” Luxembourg, 2020.
- [8] Decreto-Lei n.º 181/2006, de 6 de Setembro, “Diário da República n.º 172/2006, Série I,” Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa.
- [9] Decreto-Lei n.º 98/2010, de 11 de Agosto, “Diário da República n.º 155/2010, Série I,” Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- [10] Decreto-Lei n.º 180/2012, de 3 de Agosto, Diário da República n.º 150/2012, Série I, Lisboa: Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- [11] Agência Portuguesa do Ambiente, “Qualidade do Ar em Espaços Interiores - Um Guia Técnico,” Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, 2009.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [12] World Health Organization, "Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality - Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality," World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2006.
- [13] Environmental Protection Agency, "Indoor Air Facts No. 4 - Sick Building Syndrome," Environmental Protection Agency, EUA, 1991.
- [14] J. J. P. Gonçalves, "Difusão de Compostos Orgânicos Voláteis em Materiais de Construção. Influência da Microestrutura," Universidade do Minho - Escola de Ciências, 2009.
- [15] Z. Liu e J. C. Little, "Materials responsible for formaldehyde and volatile organic compound (VOC) emissions," Woodhead Publishing Limited, 2012.
- [16] Environmental Protection Agency, "Indoor Air Quality (IAQ) - Volatile Organic Compounds' Impact on Indoor Air Quality," Environmental Protection Agency, 02 2021. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality#intro>. [Acedido em 02 2021].
- [17] World Health Organization, "Indoor air quality: Organic pollutants," World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 1989.
- [18] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), "Toxic Substances Portal - Toluene," U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, 10 2014. [Online]. Available: <https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=157&tid=29>. [Acedido em 02 2021].
- [19] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), "Toxicological Profile for Styrene," U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, 2010.
- [20] Regulamento (UE) N.º 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de Março de 2011, Jornal Oficial da União Europeia L88/5.
- [21] H. M. Silva, J. Pereira, M. S. Costa e M. P. Rodrigues, "Emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) em Produtos de Construção," Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2016.
- [22] L. Tiruta-Barna e R. Barna, "Potential hazards from waste based/recycled building materials," Woodhead Publishing Limited, 2012.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [23] G. V. A. da Silva, “Estudo de Emissão de COVs por Materiais Usados em Interiores de Edifícios,” Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Departamento de Química, Porto, 2000.
- [24] Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, “Diário da República n.º 159/2013, Série I,” Ministério da Economia e do Emprego, Lisboa.
- [25] Decreto-Lei n.º 68-A/2015, de 30 de Abril, “Diário da República n.º 84/2015, 1º Suplemento, Série I,” Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia, Lisboa.
- [26] Decreto-Lei n.º 194/2015, de 14 de Setembro, “Diário da República n.º 179/2015, Série I,” Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia, Lisboa.
- [27] Decreto-Lei n.º 251/2015, de 25 de Novembro, “Diário da República n.º 231/2015, Série I,” Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia, Lisboa.
- [28] Decreto-Lei n.º 28/2016, de 23 de Junho, “Diário da República n.º 119/2016, Série I,” Ministério da Economia, Lisboa.
- [29] Lei n.º 52/2018, de 20 de Agosto, “Diário da República n.º 159/2018, Série I,” Assembleia da República, Lisboa.
- [30] Portaria n.º 353-A/2013, de 04 de Dezembro, “Diário da República n.º 235/2013, 1º Suplemento, Série I,” Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia, Ministério da Saúde e Ministério da Solidariedade Emprego e Segurança Social, Lisboa.
- [31] Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de Dezembro, “Diário da República n.º 237/2020, 1º Suplemento, Série I,” Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.
- [32] Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de Julho, “Diário da República n.º 126/2021, 2º Suplemento, Série I,” Saúde e Ambiente e Ação Climática, Lisboa.
- [33] M. M. de Almeida, I. Lopes e C. Nunes, “Caracterização da qualidade do ar interior em Portugal – Estudo HabitAR,” Revista Portuguesa de Imunoalergologia, 2009.
- [34] F. M. Gabriel, F. Felgueira, M. Fernandes, C. Ribeiro, E. Ramos, Z. Mourão e E. d. O. Fernandes, “Assessment of indoor air conditions in households of Portuguese families with newborn children. Implementation of the HEALS IAQ checklist,” Environmental Research 182 (2020) 108966, 2019.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [35] J. Madureira, I. Paciência, J. Rufo, M. Severo, E. Ramos e H. F. E. d. O. Barros, “Source apportionment of CO₂, PM₁₀ and VOCs levels and health risk assessment in naturally ventilated primary schools in Porto, Portugal,” *Building and Environment* 96 (2016) 198e205, 2015.
- [36] P. T. B. S. Branco, M. C. M. Alvim-Ferraz, F. G. Martins, C. Ferraz, L. G. Vaz e S. I. V. Sousa, “Impact of indoor air pollution in nursery and primary schools on childhood asthma,” *Science of the Total Environment* 745 (2020) 140982, 2020.
- [37] M. F. Gabriel, F. Felgueiras, Z. Mourão e E. d. O. Fernandes, “Assessment of the air quality in 20 public indoor swimming pools located in the Northern Region of Portugal,” *Environment International* 133 (2019) 105274, 2019.
- [38] United Nations, “Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns,” 2020. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>. [Acedido em Janeiro 2021].
- [39] J. Frydendal, L. Engel Hansen e A. Bonou, “Environmental Labels and Declarations,” em *Life Cycle Assessment*, Suíça, Springer International Publishing, 2018, pp. 577-604.
- [40] C. Gazulla Santos, “Using life cycle assessment (LCA) methodology to develop eco-labels for construction and building materials,” em *Eco-efficient construction and building materials*, Barcelona, Woodhead Publishing Limited, 2014, pp. 84-97.
- [41] United Nations Environment Programme, “Eco-labelling,” 2017. [Online]. Available: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/responsible-industry/eco-labelling>. [Acedido em Janeiro 2021].
- [42] United Nations Office for Project Services, “A GUIDE TO ENVIRONMENTAL LABELS - for Procurement Practitioners of the United Nations System,” 2009.
- [43] European Commission, *Buying green!*, European Union, 2016.
- [44] European Collaborative Action “Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure”, “Harmonisation of indoor material emissions labelling systems in the EU. Report No 24,” Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2005.
- [45] F. Iraldo e R. K. W. Griesshammer, “The International Journal of Life Cycle Assessment,” *The future of ecolabels*, vol. 25, nº 833–839, 2020.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [46] International Organization for Standardization, ISO 14024:1999 Environmental Labels and Declarations—Type I Environmental Labelling, Genebra, 1999.
- [47] International Organization for Standardization, ISO 14021:2016 Environmental Labels and Declarations—Self-Declared Environmental Claims (Type II Environmental Labelling)., Genebra, 2016.
- [48] International Organization for Standardization, ISO 14025:2006 Environmental Labels and Declarations — Type III Environmental Declarations — Principles and Procedures., Genebra, 2006.
- [49] Ecolabel Index, “Home,” Big Room Inc., 2021. [Online]. Available: <http://www.ecolabelindex.com>. [Acedido em Janeiro 2021].
- [50] Global Ecolabelling Network, “Full Members List,” 2021. [Online]. Available: <https://globalecolabelling.net/gen-members/gen-full-members-list/>. [Acedido em Janeiro 2021].
- [51] F. Iraldo e M. Barberio, “Drivers, Barriers and Benefits of the EU Ecolabel in European Companies’ Perception,” Sustainability, Itália, 2017.
- [52] U. B. Kjeldsen, M. Wield, P. Lange, M. Tofteng e K. Lindgaard, The Nordic Swan and companies - Is it worthwhile to acquire the Swan Label?, Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2014.
- [53] J. Lozano, E. Blanco e J. Rey-Maqueieira, “Can ecolabels survive in the long run?: The role of initial conditions,” Ecological Economics, 2010.
- [54] A. M. F. Pincha, “O Rótulo Ecológico da União Europeia no Sector dos Serviços de Alojamento Turístico: Análise das Melhores Práticas e Perceções dos Stakeholders em Portugal,” Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2018.
- [55] I. Bribian, A. Capilla e A. Uson, “Life cycle assessment of building materials: comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential,” Building and Environment, 2011.
- [56] G. Ding, “Life cycle assessment (LCA) of sustainable building materials: an overview,” Woodhead Publishing Limited,, 2014.
- [57] U.S. Green Building Council, “LEED v4.1 building design and construction,” 2021.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [58] Building Research Establishment, “BREEAM UK New Construction. Non-domestic buildings. Technical Manual: Version: SD5078 - Issue: 3.0,” BRE Global Limited, 2019.
- [59] U.S. Green Building Council, “LEED Projects,” U.S. Green Building Council, 03 2021. [Online]. Available: <https://www.usgbc.org/projects>. [Acedido em 03 2021].
- [60] Building Research Establishment, “BREEAM,” BRE Global Limited, 03 2021. [Online]. Available: <https://www.breeam.com/>. [Acedido em 03 2021].
- [61] Building Research Establishment, “GN22: BREEAM and HQM recognised schemes for emissions from construction products V2.3,” BRE Global, 2018.
- [62] Blue Angel, “Blue Angel - The German Ecolabel,” Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt, RAL gGmbH, 2020. [Online]. Available: <https://www.blauer-engel.de/en>. [Acedido em Janeiro 2021].
- [63] Blue Angel, 40 years - Good for me. Good for the environment., Alemanha: Umweltbundesamt, 2018.
- [64] GEV – Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte e. V., “EMICODE - Clean indoor air – for the health of your family!,” 12 2020. [Online]. Available: www.emicode.com/en. [Acedido em 01 2021].
- [65] Agence française de sécurité sanitaire de l’environnement et du travail, “Procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration. Septembre 2009,” Maisons-Alfort.
- [66] Agence nationale de sécurité sanitaire de l’alimentation, de l’environnement et du travail, “Emissions of volatile organic compounds (VOCs) by building and decoration products,” République Française, 08 2016. [Online]. Available: <https://www.anses.fr/en/content/emissions-volatile-organic-compounds-vocs-building-and-decoration-products>. [Acedido em 01 2021].
- [67] Deutscher Kork-Verband e.V., “Korkfußböden - Qualitätssiegel als Markenzeichen,” Deutscher Kork-Verband e.V., 2019. [Online]. Available: <https://kork.de/fussboden/>. [Acedido em 02 2021].
- [68] eco-INSTITUT Germany GmbH, “Cork logo - Label for Cork floor coverings,” eco-INSTITUT Germany GmbH, 2021. [Online]. Available: <https://www.eco-institut.de/en/portfolio/kork-logo/>. [Acedido em 02 2021].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [69] International Association for Sustainable Building and Living – natureplus e.V., “natureplus – The International Association for Sustainable Building and Living - natureplus e.V.,” International Association for Sustainable Building and Living – natureplus e.V., 03 2021. [Online]. Available: <https://www.natureplus.org/index.php?id=1&L=2>. [Acedido em 03 2021].
- [70] Rakennustietosäätiö RTS sr, “What is M1?,” 01 2021. [Online]. Available: <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/what-is-m1/>. [Acedido em 01 2021].
- [71] Rakennustietosäätiö RTS sr, “M1-Criteria,” 2021. [Online]. Available: <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/m1-criteria-2/>. [Acedido em 01 2021].
- [72] Teknologisk Institut, “About Danish Indoor Climate Labelling,” 20 07 2020. [Online]. Available: <https://indeklimamaerket.dk/in-english/>. [Acedido em 01 2021].
- [73] Nordic Ecolabelling, “The official ecolabel of the Nordic countries,” 2020. [Online]. Available: <https://www.nordic-ecolabel.org/the-nordic-swan-ecolabel/>. [Acedido em 01 2021].
- [74] Byggvarubedomningen, “What we do and why we exist,” 2018. [Online]. Available: <https://byggvarubedomningen.com/about-us/what-we-do-and-why-we-exist/>. [Acedido em 01 2021].
- [75] Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, “The Austrian Ecolabel for Products,” 2020. [Online]. Available: <https://www.umweltzeichen.at/de/produkte/start>. [Acedido em 01 2021].
- [76] European Comission, “Facts and Figures,” 2020. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/facts-and-figures.html>. [Acedido em 01 2021].
- [77] European Comission, “Ecolabel,” 2020. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm. [Acedido em 01 2021].
- [78] SCS Global Services, “FLOORSCORE - The Most Recognized Indoor Air Quality Certification for Flooring,” 2021. [Online]. Available: <https://www.scsglobalservices.com/services/floorscore>. [Acedido em 02 2021].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [79] SCS Global Services, "INDOOR AIR QUALITY CERTIFICATION," 2021. [Online]. Available: <https://www.scsglobalservices.com/services/indoor-air-quality-certification>. [Acedido em 02 2021].
- [80] European Collaborative Action 'Indoor Air Quality and Its Impact on Man', "Evaluation of VOC emissions from building products - solid flooring materials. Report No 18," Office for Official Publications of the European Community, Luxembourg, 1997.
- [81] European Collaborative Action "Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure", "Harmonisation framework for indoor products labelling schemes in the EU. Report No 27," Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2012.
- [82] R. Oppl, "New European VOC emissions testing method CEN/TS 16516 and CE marking of construction products," Gefahrstoffe - Reinhaltung luft. 74 (2014) nº 3, 62-68, Denmark, 2014.
- [83] F. Pacheco-Torgal, Introduction to the environmental impact of construction and building materials, Woodhead Publishing Limited, 2014.
- [84] European Collaborative Action "Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure", "Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept. Report No 29," Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2013.
- [85] European Committee for Standardization, "EN 13986 : 2004 +A1:2015 Wood-based panels for use in construction – Characteristics, evaluation of conformity and marking".
- [86] Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten, "Requirements for the Indoor Air Quality in Buildings: Health-related Evaluation Procedure for Emissions of Volatile Organic Compounds (VVOC, VOC and SVOC) from Building Products Part 3: LCI values. August 2018".
- [87] Umweltbundesamt, "Committee for Health-related Evaluation of Building Products," Umweltbundesamt, 8 Dezembro 2020. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/commissions-working-groups/committee-for-health-related-evaluation-of-building#agbb-health-related-evaluation-of-emissions-of-volatile-organic-compounds-vvoc-voc-and-svoc-from-building-products>. [Acedido em Janeiro 2021].
- [88] Décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 et l'arrêté du 19 avril 2011 , "L'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

sur leurs émissions de polluants volatils,” Journal Officiel de la République Française 25 mars 2011 texte 16 sur 110, 13 mai 2011 Texte 15 sur 192.

- [89] Ministère de la Transition Écologique, “Étiquetage des produits de construction,” République Française, 28 09 2020. [Online]. Available: <https://www.ecologie.gouv.fr/etiquetage-des-produits-construction>. [Acedido em 01 2021].
- [90] MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT, “Arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils,” em *JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE*, 2011.
- [91] Service Public Federal Sante Publique, Securite de la Chaine Alminentaire e Environnement, “C – 2014/24239 Arrêté royal établissant les niveaux seuils pour les émissions dans l'environnement intérieur de produits de construction pour certains usages prévus,18-08-2014”.
- [92] Federal Public Service Health, Food Chain Safety and Environment, “Royal Decree establishing threshold levels for the emissions to the indoor environment from construction products - Questions frequently asked by companies (FAQ),” 2014.
- [93] Piano d'azione nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP), “Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, Serie Generale nº 259 del 6 novembre 2017,” *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*.
- [94] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, “I CRITERI AMBIENTALI MINIMI,” 27 01 2021. [Online]. Available: <https://www.minambiente.it/pagina/i-criteri-ambientali-minimi>. [Acedido em 01 2021].
- [95] Instituto Português da Qualidade, IP, “Formação sobre normas e a normalização,” IPQ, Caparica, 2017.
- [96] European Committee for Standardization, “EN 16516 Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Determination of emissions into indoor air”.
- [97] International Organization for Standardization, “ISO 16000-11 Indoor air — Part 11: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens”.

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [98] California Department of Public Health / California Health and Human Services Agency, “Standard method for the testing and evaluation of volatile organic chemical emissions from Indoor sources using environmental chambers Version 1.2”.
- [99] International Organization for Standardization, “ISO 16000-9 Indoor air — Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Emission test chamber method”.
- [100] European Committee for Standardization, “EN 717-1 Wood-based panels — Determination of formaldehyde release — Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method”.
- [101] O. Wilke e O. Jann, “Comparison of Formaldehyde Concentrations in Emission Test Chambers Using EN 717-1 and EN 16516,” Conference: Indoor Air 2018, Philadelphia.
- [102] International Organization for Standardization, “ISO 16000-9 Indoor air - Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Emission test chamber method;”.
- [103] GEV – Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte e. V., “Test method,” EMICODE, 03 2019. [Online]. Available: <https://www.emicode.com/en/test-method/>. [Acedido em 02 2021].
- [104] International Organization for Standardization, “ISO 16000-3:2011 Indoor air — Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air — Active sampling method”.
- [105] C. Yrieix, A. Dulaurent, C. Laffargue, F. Maupetit, T. Pacary e E. Uhde, “Characterization of VOC and formaldehyde emissions from a wood based panel: Results from an inter-laboratory comparison,” Chemosphere 79(4): 414-419, 2010.
- [106] T. Salthammer e S. Mentese, “Comparison of analytical techniques for the determination of aldehydes in test chambers,” Chemosphere 73 (2008) 1351–1356, 2008.
- [107] International Organization for Standardization, “ISO 16000-28 Indoor air — Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers”.
- [108] GUT Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e. V., “GUT product test for odours,” 2021. [Online]. Available: <https://gut-prodis.eu/en/product-testing-gut/odour-testing#>. [Acedido em 02 2021].

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

- [109] B. Müller, J. Panašková, M. Danielak, W. Horn, O. Jann e D. Müller, “Report No. (UBA-FB) 001500/E Sensory-based evaluation of building product emissions - Integration into the Blue Angel award criteria and assessment scheme of the Committee for Health Evaluation of Building Products,” Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2011.
- [110] T. Salthammer, N. Schulz, R. Stolte, E. Uhde e J. Bartsch, “Evaluation of a method for sensory testing of building products for indoor applications under practical conditions,” Fraunhofer WKI, Braunschweig, 2016.
- [111] Regulamento (CE) N.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2008, Jornal Oficial da União Europeia L 353/1.
- [112] Regulamento Delegado (UE) 2020/1182 da Comissão, de 19 de Maio de 2020, Jornal Oficial da União Europeia L 261/2.
- [113] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, “TRGS 905 Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe v. 13.03.2020,” 2020.
- [114] Blue Angel, “DE-UZ 113 Low-emission Flooring Adhesives and other Installation Materials. January 2019 Version 3,” Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt, RAL gGmbH.
- [115] Blue Angel, “DE-UZ 120 Resilient Floor Coverings February 2011 Version 1.9,” Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt, RAL gGmbH.
- [116] Blue Angel, “DE-UZ 123 Low-Emission Sealants for Interior Use. January 2019 Version 4,” Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt, RAL gGmbH.
- [117] Blue Angel, “Low-Emission Flooring Underlays DE-UZ 156. January 2019 Version 1.2,” Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt, RAL gGmbH.
- [118] GEV – Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte e. V., “EMICODE - Conditions for the Licensing of EMICODE 30-10-2019,” Düsseldorf.
- [119] Deutscher Kork-Verband e.V., “Kork auf dem Boden. Ausgabe 2019,” Deutscher Kork-Verband e.V., Herford.
- [120] International Association for Sustainable Building and Living – natureplus e.V., “natureplus e.V. Guideline 0808 - Mineral-Based Adhesive and Filler/ Render/Plaster

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Coatings for Interior Use. November 2020,” International Association for Sustainable Building and Living – natureplus e.V., Neckargemünd.

- [121] International Association for Sustainable Building and Living – natureplus e.V., “natureplus e.V. GL 5010 - Low Emission Building Products. April 2019,” International Association for Sustainable Building and Living – natureplus e.V., Neckargemünd.
- [122] Dansk Indeklima Mærkning, “Danish Indoor Climate Labelling - General test and labelling criteria. 6th Edition, January 2018,” Taastrup.
- [123] Nordic Ecolabelling, “Nordic Ecolabelling of Floor coverings. Version 6.7 18 November 2014 - 30 June 2023,” Nordic Ecolabelling.
- [124] Nordic Ecolabelling, “Nordic Ecolabelling for Construction and facade panels. Version 6.5 25 February 2015 - 31 March 2022,” Nordic Ecolabelling.
- [125] Byggvarubedomningen, “Byggvarubedomningen’s criteria for chemical content and lifecycle aspects. Version 5.0 Valid from 2019-07-01,” Byggvarubedomningen.
- [126] Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, “Österreichische Umweltzeichen Richtlinie UZ 07 - Holz, Holzwerkstoffe und Fußbodenbeläge aus Holz Version 9.0 vom 1. Jänner 2019,” Wien.
- [127] Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, “Österreichische Umweltzeichen Richtlinie UZ 42 - Elastische Fußbodenbeläge Version 4.0 vom 1. Jänner 2019,” Wien.
- [128] Decisão (UE) 2017/176 da Comissão, de 25 de janeiro de 2017, “que estabelece os critérios para a atribuição do rótulo ecológico da UE a revestimentos à base de madeira, de cortiça ou de bambu para pavimentos,” Jornal Oficial da União Europeia L 28/44.
- [129] T. Salthammer, N. Schultz, R. Stolte, F. Monegel e E. Uhde, “Sensory evaluation in test chambers: Influences of direct and indirect assessment,” Building and Environment 172 (2020) 106668, 2020.
- [130] R. Oppl, “Sensory testing, odour. Different approaches, different test methods Future relevance in Germany and in Scandinavia Consequences of the German pilot study after its conclusion,” Eurofins, 2015.