



2.º ENCONTRO NACIONAL SOBRE QUALIDADE E INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

QIC2016

Lisboa • LNEC • 21 a 23 de novembro de 2016

EMISSÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (COV) EM PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO

Helena M. Silva

Doutorada em Engenharia Química, LNEC, Lisboa, hmsilva@lnec.pt

Joana Pereira

Mestre em Engenharia Química, LNEC, Lisboa, jfpereira@lnec.pt

Margarida Sá Costa

Doutorada em Engenharia dos Materiais, LNEC, Lisboa, mcosta@lnec.pt@lnec.pt

Maria Paula Rodrigues

Doutorada em Engenharia Química, LNEC, Lisboa, mprodrigues@lnec.pt

Resumo

Os revestimentos de parede, as tintas, os adesivos ou os materiais à base de madeira, podem emitir formaldeído e outros compostos orgânicos voláteis (COV), que estão muitas vezes associados a problemas de saúde e de bem-estar no interior dos edifícios. Segundo o requisito básico número três, Higiene, Saúde e Ambiente, do Regulamento dos Produtos de Construção (CPR, 305/2011), “as obras de construção devem ser concebidas e realizadas de modo a não causarem, durante o seu ciclo de vida, danos à higiene, à saúde e à segurança dos trabalhadores, dos ocupantes e dos vizinhos”, contemplando-se neste contexto a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) para o ar interior.

A avaliação das emissões dos produtos de construção tem como objetivo promover o uso de produtos com baixa emissão no interior das habitações e reduzir o impacto da sua utilização, na saúde e bem-estar dos ocupantes. Para responder a esta preocupação, estão atualmente em desenvolvimento normas europeias relativas a métodos de ensaio para determinação da emissão de COV de diferentes tipos de produtos. Brevemente, a marcação CE dos produtos para uso no interior dos edifícios necessitará de comprovação quanto à emissão de COV. Nesta apresentação faz-se uma breve incursão sobre a legislação disponível relativamente às emissões de COV pelos produtos de construção e são relatados alguns métodos de ensaio para a sua determinação.

Na sequência do desenvolvimento, no LNEC, de métodos de avaliação da emissão de COV de produtos de construção, apresentam-se os resultados obtidos relativamente a um material compósito que está a ser desenvolvido com o intuito de uma utilização no interior de edifícios. Nesta avaliação foi possível constatar que aquele material representa uma fonte de emissão de determinados compostos orgânicos voláteis.

Palavras-chave: Compostos Orgânicos Voláteis (COV); Emissão; Produtos de construção

Introdução

Dado que as pessoas passam a maior parte do tempo dentro dos edifícios, uma deficiente qualidade do ar interior conduz muitas vezes a problemas de saúde com sintomas como alergias, irritações dos olhos e das vias respiratórias, dores de cabeça, cansaço, falta de concentração e disfunções do sistema nervoso (ECA;1997) (Marc;2012). O crescente uso de materiais sintéticos, aliado ao facto de as construções, por razões de conservação de energia, serem cada vez mais estanques, têm feito crescer os problemas relacionados com a qualidade do ar interior (APA;2009). Existem vários fatores que afetam esta qualidade, sendo os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) considerados um dos principais grupos de compostos químicos presentes no ar interior que podem apresentar riscos para a saúde e bem-estar dos ocupantes dos edifícios (Marc;2012) (Liu;2012) (AFSSET;2006).

A Organização Mundial de Saúde classificou em 1989 os compostos orgânicos de acordo com o seu ponto de ebulição (Brown; 2013), encontrando-se esta classificação resumida no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação de COV segundo a Organização Mundial de Saúde (APA; 2009)

Descrição (Abreviatura)	Gama de ponto de ebulição (°C)
Compostos Orgânicos Muito Voláteis (COMV)	<0 a 50-100
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	50-100 a 240-260
Compostos Orgânicos SemiVoláteis (COSV)	240-260 a 380-400

A presença de COV no ar interior pode resultar de um grande número de diferentes fontes. No Guia Técnico elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA;2009) são referidas algumas dessas fontes: fotocopiadoras e impressoras, computadores, carpetes, mobiliário, produtos de limpeza, fumo, tintas, adesivos, perfumes, laca e solventes. Estas fontes podem estar presentes continuamente ou intermitentemente no interior, sendo os produtos de construção, o mobiliário e os têxteis consideradas as mais importantes fontes contínuas de COV no interior dos edifícios (Brown; 2013). Um estudo conduzido no âmbito de um projeto europeu (BUMA – *Prioritization of building materials emissions as indoor pollution sources*) envolvendo 5 cidades europeias (Atenas, Nicosia, Dublin, Copenhaga e Milão) revela que a contribuição das emissões dos materiais de construção para a qualidade do ar pode ser significativa. Este estudo revelou ainda que as concentrações de formaldeído, acetaldeído, acetona e limoneno são significativas em todos os edifícios estudados e que estas emissões provêm exclusivamente dos materiais de construção (Missia; 2010).

Os produtos de construção, como os revestimentos de piso e parede, os materiais de isolamento, as tintas, os adesivos, os materiais à base de madeira e cortiça são referidos na literatura como fontes de COV (Bari; 2015) (Salthammer; 2009) e podem emitir uma grande variedade destes compostos (AFSSET; 2009) (UBA; 2007) (Won; 2005). Os grupos de compostos orgânicos com maior relevância no que diz respeito à emissão para o ar dos produtos de construção são os hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, os álcoois, os aldeídos e as cetonas, os ésteres, os glicóis e os terpenos (Brown; 2013) (CEN/TC351; 2012) (Jarnstrom; 2007) (Salthammer; 2009). Embora na maior parte dos casos a concentração destes compostos no ar interior decresça significativamente ao fim de poucas semanas da aplicação dos produtos, os valores iniciais destas emissões (designadas por emissões primárias) podem atingir níveis preocupantes do ponto de vista da saúde (Salthammer; 2009). Além disso, podem ocorrer emissões secundárias resultantes de reações químicas no produto ou no ambiente interior. Salthammer (Salthammer; 2009) refere como exemplos de emissões secundárias a libertação de formaldeído resultante da degradação de resinas de ureia formaldeído e a libertação de álcoois pela degradação de revestimentos vinílicos em meio alcalino.

Assim é essencial a avaliação desta emissão para se poder controlar as emissões de COV dos produtos de construção e minimizar o seu impacto na saúde dos ocupantes dos edifícios. Para tal, têm surgido vários sistemas de rotulagem voluntários que permitem avaliar a emissão de COV dos produtos de construção. Nalguns países europeus esta avaliação já é obrigatória.

Neste trabalho serão apresentados os principais sistemas de rotulagem existentes na Europa e as perspetivas de regulação europeia neste âmbito. Apresentam-se ainda os métodos de avaliação de emissão de compostos orgânicos disponíveis e um estudo experimental desenvolvido no LNEC com o objetivo de caracterizar um material compósito de uso interior quanto à emissão de COV.

Sistemas de rotulagem e perspetivas de regulação europeia

Para responder às preocupações relativas à proteção da saúde dos consumidores relativamente à emissão de COV por parte dos materiais e promover a utilização de materiais de baixa emissão, têm surgido, em diversos países europeus, sistemas de rotulagem para a caracterização destas emissões: AgBB e Blue Angel na Alemanha, M1 na Finlândia, DICL na Dinamarca e AFSSET em França, são alguns exemplos (Brown; 2013) (ECA; 2005) (ECA; 2012).

Os sistemas de rotulagem, que classificam a emissão dos COV dos materiais, definem vários critérios relacionados com o teor total de COV, o formaldeído, os COV individuais e os compostos carcinogénicos. Os valores determinados são posteriormente comparados com os limites estabelecidos. Estes limites são designados por concentração mínima de interesse (LCI - sigla do termo inglês *Lowest Concentration of Interest*) e variam de acordo com o tipo de rótulo (ECA; 2005) (ECA; 2012).

A maior parte destes sistemas, desenvolvidos pela indústria ou por iniciativa governamental, têm carácter voluntário (Brown; 2013). No entanto, em países como a Alemanha, a França e a Bélgica, esta classificação é obrigatória, ou seja, para os produtos serem comercializados nestes países, têm de incluir informação sobre as respetivas emissões de COV (Brown; 2013) (ECA; 2012).

Cada sistema de rotulagem tem os seus requisitos específicos e critérios para avaliar o produto, o que resulta em custos acrescidos para a indústria que comercializa os produtos em mercados diferentes. Além disso, para os consumidores também se torna difícil fazer uma escolha informada de um produto num mercado com grande diversidade (ECA; 2012). Para dar resposta a esta preocupação, um grupo de trabalho europeu, ECA WG 27, coordenado pelo Centro Comum de Investigação (JRC - *Joint Research Centre*) da Comissão Europeia tem investigado, desde 2007, a possibilidade de harmonizar a nível europeu o sistema de rotulagem dos produtos de construção (ECA; 2012). Com base nas recomendações deste grupo de trabalho está a ser desenvolvido um Sistema de Classificação Europeu para as emissões de COV dos produtos de construção para uso em ambiente interior (CEN/TC351; 2014). Este sistema, tal como os existentes na Alemanha e em França, propõe a utilização dos valores LCI para o processo de avaliação da emissão de determinados compostos orgânicos. Esta metodologia de avaliação é considerada a melhor estratégia para avaliação dos efeitos na saúde dos compostos emitidos pelos produtos de construção (ECA; 2013). Atualmente existe um grupo de trabalho europeu (*EU-LCI Working Group*), criado pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia, que tem como principal objetivo a harmonização da avaliação das emissões químicas dos produtos para o ar interior tendo em conta toda a informação toxicológica disponível (EC; 2015). A lista de valores LCI europeus (EU-LCI) recomendados por este grupo, para a avaliação destas emissões dos produtos, encontra-se publicada na página <http://www.eu-lci.org> (EU-LCI; 2016).

Estas iniciativas têm também como objetivo responder ao requisito básico número três, Higiene, Saúde e Ambiente do Regulamento dos Produtos de Construção nº 305/2011, que estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção e que revoga a Diretiva 89/106/CEE do Conselho (RPC; 2011). Este requisito refere que as obras de construção devem ser concebidas e realizadas de modo a não causarem, durante o seu ciclo de vida, danos à higiene, à saúde e à segurança dos trabalhadores, dos ocupantes e dos vizinhos (RPC; 2011). Em 2007 foi assim criado o comité técnico TC 351 (CEN/TC 351 - *Construction products: Assessment of release of dangerous substances*) para desenvolver normas relacionadas com a libertação para o solo, ar e água de substâncias perigosas dos produtos de construção. A comissão europeia pretende que futuramente as normas de produto para marcação CE e as aprovações técnicas contemplem esta

exigência do regulamento. No que diz respeito à emissão de substâncias perigosas para o ar, e em particular de compostos orgânicos voláteis, espera-se que em breve a declaração de desempenho do produto para marcação CE contenha informação sobre esta emissão. Pretende-se também que os reguladores de cada país utilizem o mesmo esquema de avaliação para especificar quais os níveis/classes aceites nesse país (Oppl; 2014).

Para a harmonização a nível europeu está a ser desenvolvido pelo CEN/TC 351 um método de ensaio para avaliação das emissões de COV. Pretende-se desta forma que o método usado em todos os países europeus seja o mesmo e que este método venha a ser referido nas normas de produto para marcação CE. Este método foi publicado em Outubro de 2013 como especificação técnica CEN/TS16516 (CEN/TS 16516; 2013) e como projeto norma prEN16516 em 2015 (prEN 16516; 2015), prevendo-se que seja publicado como norma em 2017 (Eurofins; 2016). No caso particular das tintas e revestimentos foi publicada uma norma em 2013, a EN 16402 (EN 16402; 2013), tendo em conta este método horizontal de avaliação das emissões de produtos de construção descrito na especificação técnica CEN/TS16516. Esta norma especifica quantidades de aplicação e períodos de condicionamento para simular os períodos de secagem antes da ocupação dos edifícios (Oppl; 2014).

Atualmente apenas para produtos que usam resinas à base de formaldeído, é exigida a classificação quanto à libertação de formaldeído, sendo definidas duas classes E1 e E2 para a marcação CE. As normas EN 13986 para os painéis à base de madeira (EN 13986; 2015), EN 14342 para os revestimentos de piso de madeira (EN 14342; 2005) e EN 14080 para estruturas de madeira lamelada (EN 14080; 2005) são alguns exemplos de normas de produto onde esta avaliação é efetuada.

Embora neste momento a marcação CE não contemple a emissão de outros COV dos produtos, espera-se que em breve esta emissão seja considerada e que o método de avaliação de emissões e o sistema de classificação europeu harmonizados pela comissão europeia sejam aplicados.

Métodos de avaliação da emissão de COV

A avaliação da emissão de compostos orgânicos dos materiais requer equipamentos especiais, como câmaras, células ou microcâmaras, que permitem determinar os compostos libertados em condições controladas de temperatura, de humidade e de taxa de renovação de ar. Os métodos para determinar a emissão de COV dos produtos de construção estão descritos nas normas internacionais da série ISO 16000, nomeadamente nas partes 3 (ISO 16000-3; 2011), 6 (ISO 16000-6; 2011), 9 (ISO 16000-9; 2006), 10 (ISO 16000-10; 2006), 11 (ISO 16000-11; 2006) e 25 (ISO 16000-25; 2011).

A futura EN 16516 relativa à determinação das emissões dos produtos de construção para o ar baseia-se no conjunto de normas ISO 16000, nomeadamente na parte 9 que descreve as condições da câmara de testes de emissão (ISO 16000-9; 2006), na parte 6 que descreve o método para a determinação dos COV por cromatografia gasosa (ISO 16000-6; 2011) e na parte 3 que descreve o método para a determinação dos aldeídos e cetonas (ISO 16000-3; 2011).

No método da câmara, descrito na ISO 16000-9 (ISO 16000-9; 2006), as condições de temperatura, humidade e taxa de renovação de ar são definidas de forma a simular as emissões dos produtos de construção no ar interior no cenário em que estes são usados.

Para a identificação e quantificação dos COV emitidos pelo produto de construção segundo o método descrito na norma ISO 16000-6 (ISO 16000-6; 2011), o ar proveniente da câmara passa em tubos contendo um material adsorvente, o Tenax® (resina polimérica porosa de polímero do óxido de 2,6-difenil fenileno). Os compostos recolhidos no tubo são posteriormente desadsorvidos por ação térmica e transferidos por arraste com um gás inerte para um cromatógrafo gasoso equipado com um detetor de ionização de chama e/ou um detetor de espectrometria de massa. Do ponto de vista analítico, a definição de COV nas normas ISO foi modificada (Salthammer; 2009) (CEN/TS 16516; 2013) (CEN/TC351; 2012), relativamente à definição anteriormente referida da Organização Mundial de Saúde, e consideram-se as definições apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação de COV segundo as normas ISO

Descrição (Abreviatura)	Definição
Compostos Orgânicos Muito Voláteis (COMV)	Todos os compostos orgânicos voláteis que eluem antes do hexano em condições cromatográficas específicas definidas nas normas ISO.
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	Todos os compostos orgânicos voláteis que eluem entre o hexano e o hexadecano em condições cromatográficas específicas definidas nas normas ISO.
Compostos Orgânicos SemiVoláteis (COSV)	Todos os compostos orgânicos voláteis que eluem entre o hexadecano e o docosano em condições cromatográficas específicas definidas nas normas ISO.

No caso da identificação e quantificação do formaldeído e de outros compostos com grupos carbonilo, devido à sua reatividade durante o processo de recolha (Sadner; 2001), é necessária a derivatização. O ar proveniente da câmara passa assim em cartuchos de sílica revestidos com dinitrofenilhidrazina (DNPH). Os compostos carbonilo recolhidos no cartucho reagem com o DNPH para formar compostos derivados estáveis. Estes derivados são eluídos do cartucho utilizando um solvente adequado e analisados por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC – sigla do termo em inglês *High-Performance Liquid Chromatography*) com deteção ultravioleta (UV), segundo o método descrito na parte 3 das normas ISO 16000 (ISO 16000-3; 2011).

Para o formaldeído libertado de painéis à base de madeira existe uma norma específica, a EN 717-1, que define as condições da câmara de teste de emissão e o método analítico para a determinação deste composto (EN 717-1; 2004). Neste caso o ar proveniente da câmara passa por frascos lavadores contendo água que absorve o formaldeído. O formaldeído retido na água é posteriormente determinado pelo método da acetilacetona (2,4-pentanodiona), que se baseia na reação de *Hantzsch* (Salthammer; 2010), na qual o formaldeído reage com iões amónio e com a acetilacetona para formar 3,5-diacetil-1,4-dihidrolutidina (cor amarela), que tem um máximo de absorção a 412 nm. O derivado é posteriormente quantificado por espectrofotometria Ultravioleta/Visível (UV/VIS).

Existem ainda outros métodos para avaliação da emissão de compostos orgânicos dos produtos, considerados métodos indiretos e usados muitas vezes para controlo de produção (prEN 16516; 2015). No caso específico da libertação do formaldeído existem: o método do frasco (descrito na EN 717-3), o método de análise de gás (descrito nas normas EN 717-2 e ISO 12460-3) e o método do exsicador (descrito nas normas ISO 12460-4 e ASTM D5582). No caso dos compostos orgânicos, podem ser utilizados como métodos indiretos, por exemplo, o método da célula de emissão (EN ISO 16000-10) e o método da micro-câmara (ISO 16000-25).

Determinação da emissão de COV – Estudo experimental

Na sequência do desenvolvimento de métodos de avaliação da emissão de COV no LNEC, apresentam-se os resultados obtidos para um material compósito para uso interior. Numa primeira fase procedeu-se a uma análise qualitativa dos compostos libertados do material utilizando um método implementado no LNEC, que consiste na avaliação dos compostos emitidos por micro-extração em fase sólida (*SPME* – sigla do termo em inglês *Solid-Phase Micro-Extraction*) e numa segunda fase procedeu-se a análise quantitativa das emissões segundo as normas ISO 16000, nomeadamente a ISO 16000-9 (ISO 16000 9; 2006) que define as características da câmara e os métodos analíticos especificados nas normas ISO 16000-3 (ISO 16000-3; 2011) e ISO 16000-6 (ISO 16000-6; 2011).

Materiais e Métodos

Análise qualitativa por SPME

Para a análise qualitativa foram colocados pedaços do material dentro de um frasco. O frasco de 120 ml foi selado com um septo e colocado numa estufa a 50 °C durante 24 h. Após este período de tempo a fibra **SPME** (Carboxen/Polidimetilsiloxano) foi exposta ao ar do interior do frasco durante 15 min.

A análise dos compostos adsorvidos na fibra foi posteriormente realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC-MS – Sigla do termo inglês *Gas Chromatography – Mass Spectrometry*) no equipamento Bruker Scion SQ/436 GC. Foram considerados os COV que eluíram entre os 3 min (início da aquisição do cromatograma) e o hexadecano (tempo de retenção de 29.4 min). A identificação dos compostos foi efetuada por comparação com espectros de uma biblioteca comercial (*Mass spectrum NIST-02*). Na Figura 1 apresenta-se o material dentro do frasco e a fibra **SPME** a ser inserida no equipamento GC-MS por injeção direta.

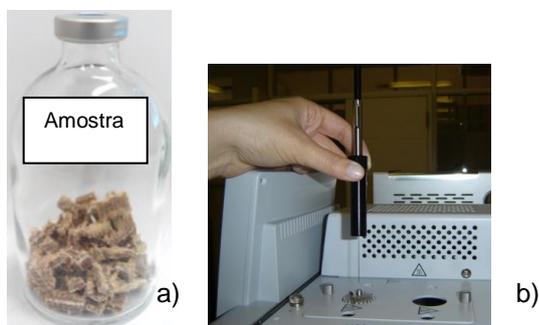


Figura 1: a) Frasco com amostra de material a analisar e b) fibra SPME a ser inserida no equipamento GC-MS

Análise quantitativa pelo método da câmara

O material compósito foi colocado numa câmara de testes de emissão especialmente concebida para o cumprimento da norma ISO 16000-9. A câmara está equipada com sistemas capazes de manter as condições de temperatura (23 °C), humidade (50%) e taxa de renovação de ar (1 h⁻¹) especificadas na norma. Na Figura 2 apresenta-se a câmara de testes de emissão utilizada.



Figura 2: Camara de testes de emissão existente no LNEC

A análise dos COV foi feita de acordo com a norma ISO 16000-6. Os compostos provenientes do ar da câmara foram recolhidos num tubo de adsorção Tenax®. A recolha foi efetuada ao fim de 3 dias e ao fim de 28 dias de ensaio. O volume de amostragem de ar foi de 2 litros e o caudal de 200 ml/min, mantido por uma bomba de amostragem. Os compostos retidos no tubo foram desadsorvidos no

equipamento de desorção térmica (TD – sigla do termo em inglês *Thermal Desorption*) da DANI e posteriormente analisados no equipamento de GC-MS. A identificação dos compostos foi feita por comparação com espectros de massa de uma biblioteca comercial (*Mass spectrum NIST-02*) e os resultados apresentados em equivalentes de tolueno como descrito na norma de ensaio. Para além dos COV individuais, foram determinados os COV totais (COVT) também em equivalentes de tolueno.

A análise dos aldeídos e cetonas foi efetuada de acordo com a norma ISO 16000-3. Neste caso os compostos provenientes do ar da câmara foram recolhidos em cartuchos de dinitrofenilhidrazina (*LpDNPH S10 Supelco*) usando uma bomba de amostragem. A recolha foi efetuada ao fim de 3 dias e ao fim de 28 dias de ensaio. O volume de amostragem foi de 30 litros com um caudal de amostragem de 100 ml/min. Os derivados de compostos carbonilo formados no cartucho foram eluídos utilizando 2 ml de acetonitrilo e posteriormente analisados por HPLC como descrito na norma ISO 16000-3.

Resultados e discussão

Na Figura 3 apresenta-se o cromatograma obtido na análise qualitativa por SPME do material compósito e no Quadro 3 identificam-se os COV com afinidade com a fase estacionária da fibra SPME libertados pelo material.

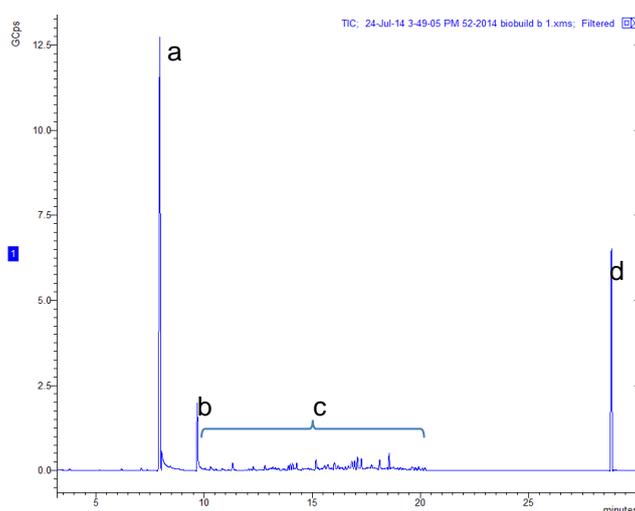


Figura 3: Cromatograma do material compósito analisado

Quadro 3: Identificação dos compostos adsorvidos na fibra SPME

Picos assinalados (Figura 3)	Compostos identificados com base na biblioteca de espectros de massa
a	estireno
b	benzaldeído
c	mistura de hidrocarbonetos
d	bis(2-metilpropanoato) de 2,4,4-trimetilpentano-1,3-diilo

A análise qualitativa permitiu identificar os COV libertados do material compósito: o estireno, o benzaldeído, uma mistura de hidrocarbonetos e o bis(2-metilpropanoato) de 2,4,4-trimetilpentano-1,3-diilo (Quadro 3).

Os resultados da identificação e quantificação das emissões de COV do material compósito pelo método da câmara, ao fim de 3 dias e de 28 dias de permanência do material no interior da câmara, apresentam-se no Quadro 4.

Quadro 4: Identificação e quantificação de COV do material compósito

Norma (Método)	Compostos	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		3 dias	28 dias
ISO 16000-6 (TD-GC-MS)	Propilenoglicol	22.1	7.7
	Estireno	314.6	191.1
	Mistura de hidrocarbonetos	299.0	35.0
	bis(2-metilpropanoato) de 2,4,4-trimetilpentano-1,3-diilo	265.3	126.6
	Hexadecano	4.00	não detetado
	COVT	905.0	360.4
ISO 16000-3 (HPLC)	Formaldeído	48.9	26.4
	Benzaldeído	150.7	90.2

Na análise quantitativa pelo método da câmara foi possível identificar e quantificar o propilenoglicol, o estireno, a mistura de hidrocarbonetos, o bis(2-metilpropanoato) de 2,4,4-trimetilpentano-1,3-diilo e o hexadecano de acordo com a norma ISO 16000-6 e o formaldeído e o benzaldeído de acordo com a norma ISO 16000-3 (Quadro 4). A quantificação destes compostos foi feita ao fim de 3 dias e ao fim de 28 dias na câmara de testes de emissão, verificando-se que a concentração dos compostos ao fim dos 28 dias é muito inferior.

Comparando a identificação pelo método qualitativo SPME implementado e pelo método que se baseia nas normas ISO 16000, verificou-se que, à exceção do formaldeído, do propilenoglicol e do hexadecano, todos os outros compostos foram identificados pelo método qualitativo SPME.

Para a identificação do formaldeído e por se tratar de um aldeído muito volátil terá que ser utilizado um método específico, descrito na norma ISO 16000-3. Relativamente ao propilenoglicol, este não foi identificado na análise qualitativa por SPME, possivelmente porque a aquisição do cromatograma neste método iniciou apenas após 3 minutos de análise ou porque este composto não tem afinidade com a fase estacionária da fibra utilizada. A justificação deste facto teria que ser confirmada com uma análise a iniciar com um menor tempo de aquisição e/ou utilizando uma fibra com diferente fase estacionária. Uma vez que na norma ISO 16000-6 se consideram COV os compostos que eluem entre o hexano e o hexadecano, para que os compostos identificados na análise qualitativa fossem equivalentes aos identificados na norma ISO 16000-6, o tempo inicial de aquisição do cromatograma teria que ser inferior ao do hexano. Em relação ao hexadecano o facto deste composto não ter sido identificado por análise qualitativa por SPME poderá estar relacionado com a pequena concentração do composto no material compósito (confirmado na análise quantitativa pelo método da câmara).

No entanto, este método qualitativo por SPME depois de ajustado pode ser uma ferramenta poderosa quando se pretende de uma forma mais rápida e menos sofisticada, identificar os compostos libertados de um determinado material.

O estudo experimental permitiu assim constatar que o material compósito representa uma fonte de COV no interior. Dado que este material é para uso no interior dos edifícios, quando a declaração de desempenho do produto e marcação CE incluírem esta avaliação, este material terá que ter a informação sobre os compostos emitidos.

Conclusões

A avaliação dos COV emitidos pelos produtos de construção irá permitir selecionar materiais de baixa emissão de COV com um menor impacto na saúde dos ocupantes dos edifícios. Todas as ações levadas a cabo pela comissão europeia têm como principal objetivo que o requisito relativo à Higiene, Saúde e Ambiente do Regulamento dos Produtos de Construção seja contemplado. Espera-se assim que em breve o método EN 16516 seja utilizado como referência nas normas harmonizadas dos produtos que necessitam de avaliação quanto à emissão de COV e consequentemente na marcação CE do produto. E que seja utilizado o mesmo esquema de avaliação das emissões de COV para especificar quais os níveis/classes que são ou não aceites a nível europeu.

Referências bibliográficas

- AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de L'Environnement et du Travail, 2006 – **Risques Sanitaires liés aux composés organiques volatils par les produits de construction et d'aménagement intérieur**. AFSSET, Octobre 2006.
- APA (Agência Portuguesa do ambiente), 2009 – **Qualidade do Ar em Espaços Interiores, _Um Guia Técnico**. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente.
- Bari, Md. A., et al., 2015 – **Source apportionment of indoor and outdoor volatile organic compounds at homes in Edmonton, Canada**. Building and Environment 90 (2015) 114-124.
- Brown, V., et al., 2013 – **Assessing and controlling risks from the emission of organic chemicals from construction products into indoor environments**. Environmental Science Processes & Impacts, 2013,15,2164.
- CEN/TC 351 Construction Products: Assessment of release of dangerous substances, 2012 – **Indicative list of regulated dangerous substances possibly associated with Construction Products under CPD**. CEN/TC351 N0403, 2012.
- CEN/TC351 Construction Products: Assessment of release of dangerous substances, 2014 – **Harmonized EU VOC-Classes, Classification for VOC Emissions of Construction Products used in the indoor environment**, CEN/TC 351 N 0588, 2014. Jarntrom, H., **Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings**. VTT Publication 672, ESPOO 2007.
- CEN/TS 16516, 2013 - **Construction Products – assessment of release of dangerous substances – Determination of emissions into indoor air**. CEN, 2013.
- CEN/TS 16516, 2013 – **Construction products – assessment of release of dangerous substances – Determination of emissions into indoor air**. CEN, Brussels, 2013.
- EC (European Commission), 2015 – **Draft Mandate: Subgroup of advisory group European LCI Values, European Commission**. Enterprise and Industry Directorate-General, Brussels, 2015.
- ECA (European Collaborative Action “Indoor air Quality and Its Impact on Man”), 1997 – **Evaluation of VOC emissions from building products – Solid flooring materials**. Report 18, EUR17334 EN. Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities.
- ECA (European Collaborative Action “Indoor air Quality and Its Impact on Man”), 2005 – **Harmonization of indoor material emissions labelling systems in the EU**. Report 24, EUR21891 EN. Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities.
- ECA (European Collaborative Action “Indoor air Quality and Its Impact on Man”), 2012 – **Harmonization framework for indoor labelling schemes in the EU**. Report 27, EUR25276 EN. Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities.

- ECA (European Collaborative Action “Indoor air Quality and Its Impact on Man”), 2013 – **Harmonization framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept**, Report 29 EUR 26168 EN, 2013.
- EN 13986:2004+A1, 2015 – **Wood-based panels for use in construction – Characteristics, evaluation of conformity and marking**. CEN, 2015.
- EN 14080, 2005 – **Timber structures – Glued laminated timber – Requirements**. CEN, 2005.
- EN 14342, 2005 – **Wood flooring – Characteristics, evaluation of conformity and marking**. CEN, 2005.
- EN 16402, 2013 – **Paints and varnishes – assessment of emissions of substances from coatings into indoor air – Sampling, conditioning and testing**. CEN, 2013.
- EN 717-1, 2004 – **Wood-based panels – Determination of formaldehyde release – Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method**. CEN, 2004.
- EU-LCI (EU-LCI Working Group), 2016 - **The EU-LCI Working Group**. Página da internet http://www.eu-lci.org/EU-LCI_Website/EU-LCI_Values.html acedida a 15-9-2016.
- Eurofins, 2016 - **VOC Emissions under Construction Products Regulation**. Página da internet <http://www.eurofins.com/consumer-product-testing/information/compliance-with-law/european-directives-and-laws/construction-products/voc-emissions-under-cpr/> acedida a 21-9-2016.
- ISO 16000-10, 2006 - **Indoor air – Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method**. CEN, 2006.
- ISO 16000-11, 2006 - **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**. CEN, 2006.
- ISO 16000-25, 2011 - **Indoor air – Part 25: Determination of the emission of semi-volatile organic compounds by building products – Micro-chamber method**. CEN, 2011.
- 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**. CEN, 2011.
- ISO 16000-6, 2011 - **Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID**. CEN, 2011.
- ISO 16000-9, 2006 - **Indoor air – Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method**. CEN, 2006.
- Liu, Z., et al., 2012 – **Materials responsible for formaldehyde and volatile organic compound (VOC) emissions**. Toxicity of building materials, Edited by F. Pacheco-Torgal, S. Jalali and A. Fucic, Woodhead Publishing Limited, 2012.
- Marc, M., et. al., 2012 – **Testing and Sampling devices for monitoring volatile and semi-volatile organic compounds in indoor air**. Trends in Analytical Chemistry, Vol. 32 (2012).
- Missia, D. A., et al., 2010 – **Indoor exposure from building materials: A field study**. Atmospheric Environment 44 (2010) 4388-4395.
- Oppl, R., 2014 – **New European VOC emissions testing method CEN / TS 16516 and CE marking of construction products**, Gefahrstoffe - Reinhaltung Der Luft. 74 (2014) n° 3, 62–68.
- prEN16516, 2015 - **Construction products – assessment of release of dangerous substances – Determination of emissions into indoor air**. CEN, 2015.

RPC 305/2011, 2011 - **Regulamento (UE) nº 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de Março de 2011, que estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção**, J. Of. Da União Eur. L 88. (2011).

Salthammer, T., et al., 2009 – **Review – Occurrence, Dynamics and Reactions of Organic Pollutants in the Indoor Environment**, Clean 2009, 37 (6), 417-435.

Salthammer, T., et al., 2010 - **Formaldehyde in the indoor environment.**, Chem. Rev. 110 (2010) 2536–72.

Sandner, F., et al, 2001 - **Sensitive indoor air monitoring of formaldehyde and other carbonyl compounds using the 2,4-dinitrophenylhydrazine method**. Int. J. Hyg. Environ. Health. 203 (2001) 275–9.