

MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

Laboratório Qualidade do Ar Interior



Determinação das emissões de COVs, COSVs e
COMVs por um material de construção -
Critérios AgBB

Processo: LQAI.MC.52/22
Relatório nr. LQAI.2023.099

Identificação Material: Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)
Cliente: Amorim Cork Insulation



O IPAC é um dos signatários do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios.
Os resultados apresentados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.
Este documento não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do INEGI.

0. CONTROLO DOCUMENTAL

0.1 IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Projeto	---
Nome do Documento	Determinação das emissões de COVs, COSVs e COMVs por um material de Construção - Critérios AgBB
Nome do Ficheiro	---

0.2 CONTROLO DE VERSÕES

Versão	Edição	Revisão	Data	Descrição	Aprovado por
1	1	0	2023-03-02	Versão Original	SM

0.3 AUTOR(ES)

Nome	Entidade	Iniciais
Susana Martins / Responsável Técnico do Laboratório	INEGI	SM

0.4 REVISOR(ES)

Nome	Entidade	Iniciais
Anabela Martins / Técnico de Laboratório Coordenador	INEGI	AM

0.5 LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

Nome	Entidade	Iniciais
Laboratório Qualidade Ar Interior	INEGI	LQAI
---	Amorim Cork Insulation	

ÍNDICE

1. OBJETIVO	5
2. DADOS DO CLIENTE	5
3. METODOLOGIAS UTILIZADAS	6
4. RESULTADOS	9
5. CONCLUSÕES GERAIS	10
6. REFERÊNCIAS	10

1. OBJETIVO

Determinação das quantidades emitidas de compostos orgânicos voláteis (COVs), compostos orgânicos semi-voláteis (COSVs) e compostos orgânicos muito voláteis (COMVs) por um material de construção com vista à classificação do material segundo os critérios estabelecidos pelo AgBB - Evaluation procedure for VOC emissions from building products - 2021.

2. DADOS DO CLIENTE

Amorim Cork Insulation

Estrada de Lavre, Km 6

7080-026-VENDAS NOVAS, EVORA

Referência da Proposta: PE30221063 de 30/11/2022

3. METODOLOGIAS UTILIZADAS

O estudo foi efetuado sob uma amostra de um material de construção designado, pelo cliente, por "Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)" e entregue no LQAI no dia 2022/12/19. A seleção da amostra de produto foi da exclusiva responsabilidade do cliente. As análises e ensaios reportados foram realizados nas instalações permanentes do laboratório.

A amostra foi preparada segundo a norma ISO 16000-11¹, nas instalações do laboratório, no dia 2023/01/06. De notar que a preparação da amostra está fora do âmbito da acreditação do laboratório.

O ensaio em câmara de teste teve início no dia 2023/01/06 e foi realizado de acordo com o procedimento interno IT.403 (anexo B). Este ensaio é acreditado de acordo com a NP EN ISO/IEC 17025² para os compostos:

Ensaio	Método de ensaio
Determinação da emissão de benzeno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de tolueno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de etilbenzeno o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de 2-etyl-1-hexanol o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de limoneno o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de tridecano o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de 1,2,4-trimetilbenzeno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06

Nota: IT.nnn.nn indica procedimento interno do Laboratório.

De referir que todos os outros compostos determinados neste ensaio e que não estão abrangidos pela acreditação são determinados usando os mesmos padrões de qualidade que se aplicam aos restantes.

Concretamente, os COVs e COSVs foram recolhidos em tubos de Tenax TA da câmara de teste vazia (2023/01/06, volume: 4,90 l) e em duplicado 3 dias (2022/01/09, volume médio: 4,44 l) e 28 dias (2022/02/03, volume médio: 5,17 l) depois de se iniciar o ensaio. A incerteza associada a esta amostragem, calculada usando o fator de expansão de 2,01 o que corresponde a um grau de confiança de 95%, foi de 4,1%.

O formaldeído, acetaldeído e acetona foram recolhidos em cartuchos impregnados por DNPH, da câmara de teste vazia (2023/01/06, volume: 83,8 l) e 3 dias (2023/01/09, volume: 85,0 l) e 28 dias (2023/02/03, volume: 95,6 l) depois de se iniciar o ensaio.

As condições experimentais na câmara durante o período de acondicionamento e durante o período de teste foram as seguintes:

Período	T (°C)	HR (%)	v (m/s)	n (h ⁻¹)	A/V (m ² /m ³)
Teste (28 dias)	21.7±0.2	49.1±7.5	0.27	0.66	1.28

sendo, *T* a temperatura, *HR* a humidade relativa, *v* a velocidade do ar à superfície do material, *n* o número de renovações horárias de ar na câmara e *A/V* a relação área da amostra/volume da câmara. O volume da câmara usada é de 0.141 m³.

Os COVs e COSVs foram analisados por cromatografia gasosa, com identificação e quantificação por detetor seletivo de massa (GC/MSD), usando um cromatógrafo da marca Agilent Technologies, modelo 7890A e um detetor seletivo de massa, da mesma marca, modelo 5975C. A análise foi precedida da desadsorção térmica a partir do tubo, por meio de um sistema de desadsorção da marca DANI, modelo TD Master acoplado ao GC. As análises foram realizadas de acordo com o procedimento interno IT.401 (anexo B) e decorreram nos dias 2023/01/13 e 2023/02/07.

Este ensaio é acreditado de acordo com a NP EN ISO/IEC 17025⁴ para os compostos:

c	Método de ensaio
Determinação de benzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tolueno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de octano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de etilbenzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de acetato de 2-etoxietilo por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 1,2,4-Trimetilbenzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-etyl-1-hexanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de limoneno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de dodecano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-fenoxietanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tridecano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de estireno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tetracloroetileno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-butoxietanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de naftaleno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08

Nota: IT.nnn.nn indica procedimento interno do Laboratório.

De referir que todos os outros compostos determinados neste ensaio e que não estão abrangidos pela acreditação são determinados usando os mesmos padrões de qualidade que se aplicam aos restantes.

Os fatores de emissão (FE) dos compostos identificados foram calculados com base no fator de resposta específico do método analítico, sempre que possível. O valor de COVsT foi calculado como sendo a soma dos FE de todos os compostos com tempos de retenção entre o hexano e o hexadecano, com concentrações superiores a 5 µg/m³, usando o fator de resposta específico para os compostos identificados e o fator de resposta do tolueno nos restantes casos. O valor de COSVsT foi calculado como sendo a soma dos FE de todos os compostos com tempos de retenção entre o hexadecano e o docosano, com concentrações superiores a 5 µg/m³, usando o fator de resposta do tolueno.

As incertezas expandidas globais (resultante da combinação das incertezas da amostragem e análise – IT401 e IT.403) obtidas para cada um dos compostos, são a seguir apresentadas. A incerteza expandida foi calculada usando o fator de expansão de 2,01, correspondente a um grau de confiança de 95%.

Composto	Incerteza Expandida Global
Benzeno (IT401 e IT403)	44%
Tolueno (IT401 e IT403)	13%
Etilbenzeno (IT401 e IT403)	14%
2-etyl-1-hexanol (IT401 e IT403)	14%
Limoneno (IT401 e IT403)	15%
Tridecano (IT401 e IT403)	18%
1,2,4-Trimetilbenzeno (IT401 e IT403)	26%

O formaldeído, o acetaldeído e a acetona foram determinados de acordo com a norma ISO 16000-3³ e o procedimento interno IT.402. Concretamente, procedeu-se à respetiva análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), usando um cromatógrafo da marca Agilent Technologies, modelo 1220 Infinity LC. Os fatores de emissão (FE) dos compostos foram calculados com base no fator de resposta específico do método analítico. As análises decorreram nos dias 2023/01/17 e 2023/02/17. A incerteza do método analítico é ±13% para o formaldeído e ± 12% para o acetaldeído. Este ensaio não é abrangido pela acreditação.

4. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os fatores de emissão dos compostos individuais, de COVsT e de COSVsT, assim como os resultados da aplicação dos critérios do AgBB (2021)⁴, considerando uma taxa de ventilação específica (q_e) de 0.5 $m^3 h^{-1} m^{-2}$,

Tabela 1. Fatores de emissão (FE) dos compostos observados para o material em estudo em função do tempo de exposição e aplicação dos critérios do AgBB

Composto	CAS	LCI ($\mu g/m^3$)	Fator de Emissão ($\mu g/(m^2h)$)	
			3 dias	28 dias
ácido acético*	64-19-7	1200	7,7	a)
etilmethylcetona*	78-93-3	20000	24,5	11,6
tolueno	108-88-3	2900	6,3	a)
2-etil-1-hexanol	104-76-7	300	80	11,2
nonanal*	124-19-6	900	a)	2,87
formaldeído*	50-00-0	100	1,00	0,74
acetaldeído*	75-07-0	1200	8,40	3,91
acetona	67-64-1	1200	6,40	3,91
COVs*	---	---	118	25,6
COSVs*	---	---	a)	a)

Parâmetros em Avaliação (AgBB)	Condição de Aceitabilidade	Resultados
3 Dias		
28 Dias		
COVs carcinogénicos 1A and 1B* ($\mu g/m^3$)	< 10	n.d.
COVsT ($\mu g/m^3$)	< 10000	236
COVs carcinogénicos 1A and 1B*	< 1	51,3
COVsT ($\mu g/m^3$)	< 1000	< 5,0
COSVsT ($\mu g/m^3$)	< 100	n.d.
R = $\Sigma (C_i/LCl_i)$	< 1	0,10
ΣC_n ($\mu g/m^3$)	< 100	< 5,0

AVALIAÇÃO

Positiva

a) Composto(s) com concentração inferior a 5 $\mu g/m^3$. Somente substâncias com concentrações iguais ou superiores a 5 $\mu g/m^3$ devem ser quantificadas.

LCI - Limite máximo aceitável para a concentração do COV em ambientes interior; R - Índice de risco para o conjunto de compostos emitidos para os quais existem dados toxicológicos (apenas para compostos com concentrações superiores a 5 $\mu g/m^3$); Ci - concentração de cada um dos compostos para os quais existem dados toxicológicos; Ci=FE/ q_e ; $\Sigma (C_n)$ - Soma das concentrações de compostos, após 28 dias de exposição, para os quais não existe informação toxicológica: $C_n=FE/q_e$; n.d. – não detetado, o que significa inferior ao limite de deteção do método.

n.d. – não detetado

*Classificação segundo o regulamento (CE) nº 1272/2008 Anexo VI Tabela 3.1.

+ Parâmetros fora do âmbito da acreditação.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Por solicitação do cliente, os resultados obtidos são comparados com os limites de concentração estabelecidos pelo AgBB⁴. A regra de decisão escolhida é a de que a incerteza não é aplicada ao resultado final. Ou seja, o resultado obtido é diretamente comparado com o critério legal, sem consideração da incerteza associada a esse resultado.

Uma análise da Tabela 1 permite concluir que o material "Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)" obteve classificação positiva segundo os critérios estabelecidos pelo AgBB.

6. REFERÊNCIAS

- 1- ISO 16000-11 (2006). Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens (2006). Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Emission test chamber method.
- 2- NP EN ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.
- 3- ISO 16000-3 (2011). Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds - Active sampling method.
- 4- AgBB evaluation procedure for VOC emissions from building products (2021).

Porto, 02 de março de 2023


Digitally signed by [Assinatura Qualificada] Susana Daniela
da Silva Martins
Date: 2023.03.02 11:29:30 Z

(Responsável Técnica do LQAI)

Anexo A – Fotografia da amostra



Anexo B – Bibliografia que suporta a elaboração dos procedimentos internos IT.403 e IT.401:

- ISO 16000-6 (2021): 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.
- ISO 16000-9 (2006): Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Emission test chamber method.
- ISO 16000-11 (2006): Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens.
- EN 16516:2017. Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Determination of emissions into indoor air



MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

INEGI - Instituto de Ciência e Inovação
em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

Campus da FEUP | Rua Dr. Roberto Frias, 400 | 4200-465 Porto | PORTUGAL
T. +351 22 957 87 10 | F. +351 22 953 73 52 | inegi@inegi.up.pt

www.inegi.up.pt

MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

Laboratório Qualidade do Ar Interior



Determinação das emissões de COVs, COSVs,
formaldeído, acetaldeído e acetona por um
material de construção - Critérios EMICODE

Processo: LQAI.MC.52/22

Relatório nr. LQAI.2023.100

Identificação Material: Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)

Cliente: Amorim Cork Insulation

O IPAC é um dos signatários do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios.
Os resultados apresentados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.
Este documento não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do INEGI.

Determinação das emissões de COVs, COSVs, formaldeído, acetaldeído e acetona por um material de construção - Critérios EMICODE

Relatório Nr. LQAI.2023.100

Cliente: Amorim Cork Insulation

© INEGI todos os direitos reservados

0. CONTROLO DOCUMENTAL

0.1 IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Projeto	---
Nome do Documento	Determinação das emissões de COVs, COSVs, formaldeído, acetaldeído e acetona por um material de construção - Critérios EMICODE
Nome do Ficheiro	---

0.2 CONTROLO DE VERSÕES

Versão	Edição	Revisão	Data	Descrição	Aprovado por
1	1	0	2023-03-02	Versão Original	SM

0.3 AUTOR(ES)

Nome	Entidade	Iniciais
Susana Martins / Responsável Técnico do Laboratório	INEGI	SM

0.4 REVISOR(ES)

Nome	Entidade	Iniciais
Anabela Martins / Técnico de Laboratório Coordenador	INEGI	AM

0.5 LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

Nome	Entidade	Iniciais
Laboratório Qualidade Ar Interior	INEGI	LQAI
---	Amorim Cork Insulation	

ÍNDICE

1.	OBJETIVO	5
2.	DADOS DO CLIENTE	5
3.	METODOLOGIAS UTILIZADAS	6
4.	RESULTADOS	9
5.	CONCLUSÕES GERAIS	11
6.	REFERÊNCIAS	11

1. OBJETIVO

Determinação das quantidades emitidas de compostos orgânicos voláteis (COVs), compostos orgânicos semi-voláteis (COSVs), formaldeído, acetaldeído e acetona por um material de construção com vista à classificação do material segundo os critérios estabelecidos pelo EMICODE.

2. DADOS DO CLIENTE

Amorim Cork Insulation
Estrada de Lavre, Km 6
7080-026-VENDAS NOVAS, EVORA

Referência da Proposta: PE30221063 de 30/11/2022

3. METODOLOGIAS UTILIZADAS

O estudo foi efetuado sob uma amostra de um material, com a designação "Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)", entregue no LQAI no dia 2022/12/19. A seleção da amostra foi da exclusiva responsabilidade do cliente. Os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. As análises e ensaios reportados foram realizados nas instalações permanentes do laboratório.

A amostra foi preparada segundo a norma ISO 16000-11¹, nas instalações do laboratório, no dia 2023/01/06. De notar que a preparação da amostra está fora do âmbito da acreditação do laboratório.

O ensaio em câmara de teste teve início no dia 2023/01/06 e foi realizado de acordo com o procedimento interno IT.403 (anexo B). Este ensaio é acreditado de acordo com a NP EN ISO/IEC 17025² para os compostos:

Ensaio	Método de ensaio
Determinação da emissão de benzeno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de tolueno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de etilbenzeno o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de 2-etyl-1-hexanol o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de limoneno o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de tridecano o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de 1,2,4-trimetilbenzeno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06

Nota: IT.nnn.nn indica procedimento interno do Laboratório.

De referir que todos os outros compostos determinados neste ensaio e que não estão abrangidos pela acreditação são determinados usando os mesmos padrões de qualidade que se aplicam aos restantes.

Concretamente, os COVs e COSVs foram recolhidos em tubos de Tenax TA da câmara de teste vazia (2023/01/06, volume: 4,90 l) e em duplicado 3 dias (2022/01/09, volume médio: 4,44 l) e 28 dias (2022/02/03, volume médio: 5,17 l) depois de se iniciar o ensaio. A incerteza associada a esta amostragem, calculada usando o fator de expansão de 2,01 o que corresponde a um grau de confiança de 95%, foi de 4,1%.

O formaldeído, acetaldeído e acetona foram recolhidos em cartuchos impregnados por DNPH, da câmara de teste vazia (2023/01/06, volume: 83,8 l) e 3 dias (2023/01/09, volume: 85,0 l) e 28 dias (2023/02/03, volume: 95,6 l) depois de se iniciar o ensaio.

As condições experimentais na câmara durante o período de teste foram as seguintes:

Período	T (°C)	HR (%)	v (m/s)	n (h ⁻¹)	A/V (m ² /m ³)
28 dias	21.7±0.2	49.1±7.5	0.27	0.66	1.28

sendo, *T* a temperatura, *HR* a humidade relativa, *v* a velocidade do ar à superfície do material, *n* o número de renovações horárias de ar na câmara e *A/V* a relação área da amostra/volume da câmara. O volume da câmara usada é de 0.141m³.

Os COVs e COSVs foram analisados por cromatografia gasosa, com identificação e quantificação por detetor seletivo de massa (GC/MSD), usando um cromatógrafo da marca Agilent Technologies, modelo 7890A e um detetor seletivo de massa, da mesma marca, modelo 5975C. A análise foi precedida da desadsorção térmica do tubo de Tenax por meio de um sistema de desadsorção da marca DANI, modelo TD Master, acoplado ao GC. A análise foi feita de acordo com a norma ISO 16000-6⁵ e seguindo o procedimento interno IT.401 e decorreu nos dias 2023/01/13 e 2023/02/07.

Este ensaio é acreditado de acordo com a NP EN ISO/IEC 17025⁴ para os compostos:

c	Método de ensaio
Determinação de benzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tolueno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de octano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de etilbenzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de acetato de 2-etoxietilo por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 1,2,4-Trimetilbenzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-etyl-1-hexanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de limoneno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de dodecano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-fenoxietanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tridecano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de estireno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tetracloroetileno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-butoxietanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de naftaleno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08

Nota: IT.nnn.nn indica procedimento interno do Laboratório.

De referir que todos os outros compostos determinados neste ensaio e que não estão abrangidos pela acreditação são determinados usando os mesmos padrões de qualidade que se aplicam aos restantes.

Os fatores de emissão (FE) dos compostos identificados foram calculados com base no fator de resposta específico do método analítico, sempre que possível. O valor de COVsT foi calculado como sendo a soma dos FE de todos os compostos com tempos de retenção entre o hexano e o hexadecano, com concentrações superiores a 5 µg/m³, usando o fator de resposta do tolueno (excluindo as emissões de ácido acético). O valor de COSVsT foi calculado como sendo a soma dos FE de todos os compostos com tempos de retenção entre o hexadecano e o docosano, com concentrações superiores a 5 µg/m³, usando o fator de resposta do tolueno.

As incertezas expandidas globais (resultante da combinação das incertezas da amostragem e análise – IT401 e IT.403) obtidas para cada um dos compostos, são a seguir apresentadas. A incerteza expandida foi calculada usando o fator de expansão de 2,01, correspondente a um grau de confiança de 95%.

Composto	Incerteza Expandida Global
Benzeno (IT401 e IT403)	44%
Tolueno (IT401 e IT403)	13%
Etilbenzeno (IT401 e IT403)	14%
2-etil-1-hexanol (IT401 e IT403)	14%
Limoneno (IT401 e IT403)	15%
Tridecano (IT401 e IT403)	18%
1,2,4-Trimetilbenzeno (IT401 e IT403)	26%

O formaldeído, o acetaldeído e a acetona foram determinados de acordo com a norma ISO 16000-3⁶ seguindo o procedimento interno IT.402. Concretamente, procedeu-se à respetiva análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), usando um cromatógrafo da marca Agilent Technologies, modelo 1220 Infinity LC. Os fatores de emissão (FE) dos compostos foram calculados com base no fator de resposta específico do método analítico. As análises decorreram nos dias 2023/01/17 e 2023/02/17. A incerteza do método analítico é ±13% para o formaldeído e ±12% para o acetaldeído. Este ensaio não é abrangido pela acreditação.

4. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os fatores de emissão obtidos para COVs individuais, COVsT, COSVsT, formaldeído, acetaldeído e acetona considerando uma taxa de ventilação específica (qe) de $0.5 \text{ m}^3 \text{h}^{-1} \text{m}^{-2}$, assim como os resultados da aplicação dos critérios do EMICODE⁴.

Tabela 1. Fatores de emissão dos compostos observados para o material em estudo em função do tempo de exposição e aplicação dos critérios EMICODE

Composto	CAS	LCI	Fator de Emissão ($\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$)	
			3 dias	28 dias
ácido acético ⁺	64-19-7	1200	7,7	a)
étil metil cetona ⁺	78-93-3	20000	24,5	11,6
toluene	108-88-3	2900	6,3	a)
2-étil-1-hexanol	104-76-7	300	80	11,2
nonanal ⁺	124-19-6	900	a)	2,87
COVsT ⁺	—	—	42	9,9
COSVs ⁺	—	—	a)	a)
formaldeído ⁺	50-00-0	100	1,00	0,74
acetaldeído ⁺	75-07-0	1200	8,40	3,91
acetona ⁺	67-64-1	1200	6,40	3,91
Classes				
	<i>EC1PLUS</i>	<i>EC1</i>	<i>EC2</i>	MC.52/22
COVsT após 3 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 750	≤ 1000	≤ 3000	84
COVsT após 28 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 60	≤ 100	≤ 300	19,8
COSVs apó 28 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 40	≤ 50	≤ 100	< 5,0
"R" apó 28 dias	< 1	—	—	0,10
ΣC_n apó 28 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 40	—	—	n.d.
Formaldeído apó 3 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 50	≤ 50	≤ 50	1,99
Acetaldeído apó 3 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 50	≤ 50	≤ 50	16,8
Σ formaldeído e acetaldeído apó 3 dias (ppm)	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	0,01
Σ Compostos carcinogénicos (1A/1B*) apó 3 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	n.d.
Composto carcinogénico (1A/1B*) apó 28 dias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	n.d.

a) Composto(s) com concentração inferior a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Somente substâncias com concentrações iguais ou superiores a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ devem ser quantificadas. LCI - Limite máximo aceitável para a concentração do COV em ambientes interiores (AgBB, 2021⁵). R - Índice de risco

para o conjunto de compostos emitidos para os quais existem dados toxicológicos (apenas para compostos com concentrações superiores a 5 µg/m³). Ci - concentração de cada um dos compostos para os quais existem dados toxicológicos; Ci=FE/qe. Σ (Cn) -Soma das concentrações de compostos, após 28 dias de exposição, para os quais não existe informação toxicológica: Cn=FE/qe.

*Classificação segundo o regulamento (CE) nº 1272/2008 Anexo VI Tabela 3.1.

n.d. – não detetado, o que significa inferior ao limite de detecção do método. + Parâmetros fora do âmbito da acreditação.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Por solicitação do cliente, os resultados obtidos são comparados com os critérios estabelecidos pelo EMICODE⁴. A regra de decisão escolhida é a de que a incerteza não é aplicada ao resultado final. Ou seja, o resultado obtido é diretamente comparado com os critérios estabelecidos, sem consideração da incerteza associada a esse resultado.

Uma análise da Tabela 1 permite concluir que o material “Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)” obteve a classificação **EC1^{PLUS}**, segundo os critérios EMICODE.

6. REFERÊNCIAS

- 1- ISO 16000-11 (2006). Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens (2006).
- 2- NP EN ISO/IEC 17025:2018 – Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.
- 3- ISO 16000-3 (2011). Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds - Active sampling method.
- 4- EMICODE: www.emicode.com
- 5- AgBB evaluation procedure for VOC emissions from building products (2021).

Porto, 02 de março de 2023



Digitally signed by [Assinatura Qualificada] Susana Daniela da Silva Martins
Date: 2023.03.02 11:26:46 Z

(Responsável Técnica do LQAI)

Anexo A – Fotografia da amostra



Anexo B – Bibliografia que suporta a elaboração dos procedimentos internos IT.403 e IT.401:

- ISO 16000-6 (2021): 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.
- ISO 16000-9 (2006): Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Emission test chamber method.
- ISO 16000-11 (2006): Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens.
- EN 16516:2017. Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Determination of emissions into indoor air



MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

INEGI - Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

Campus da FEUP | Rua Dr. Roberto Frias, 400 | 4200-465 Porto | PORTUGAL
T. +351 22 957 87 10 | F. +351 22 953 73 52 | inegi@inegi.up.pt

www.inegi.up.pt



MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

Laboratório Qualidade do Ar Interior



Determinação das emissões de COVs,
formaldeído, acetaldeído e algumas substâncias
CMR por um material de construção

Processo: LQAI.MC.52/22

Relatório nr. LQAI.2023.098

Identificação Material: Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)
Cliente: Amorim Cork Insulation

O IPAC é um dos signatários do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios.
Os resultados apresentados referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.
Este documento não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do INEGI.

0. CONTROLO DOCUMENTAL

0.1 IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Projeto	---
Nome do Documento	Determinação das emissões de COVs, formaldeído, acetaldeído e algumas substâncias CMR por um material de construção
Nome do Ficheiro	---

0.2 CONTROLO DE VERSÕES

Versão	Edição	Revisão	Data	Descrição	Aprovado por
1	1	0	2023-05-31	Versão Original	SM

0.3 AUTOR(ES)

Nome	Entidade	Iniciais
Susana Martins / Responsável Técnico do Laboratório	INEGI	SM

0.4 REVISOR(ES)

Nome	Entidade	Iniciais
Anabela Martins / Técnico de Laboratório Coordenador	INEGI	AM

0.5 LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

Nome	Entidade	Iniciais
Laboratório Qualidade Ar Interior	INEGI	LQAI
	Amorim Cork Insulation	

ÍNDICE

1. OBJETIVO	5
2. DADOS DO CLIENTE	5
3. METODOLOGIAS UTILIZADAS	6
4. RESULTADOS	9
5. CONCLUSÕES GERAIS	11
6. REFERÊNCIAS	11

1. OBJETIVO

Determinar as quantidades emitidas de compostos orgânicos voláteis, formaldeído, acetaldeído e algumas substâncias CMR (do inglês carcinogenic, mutagenic and reprotoxic) com vista à classificação de um material segundo a Regulamentação Francesa.

2. DADOS DO CLIENTE

Amorim Cork Insulation
Estrada de Lavre, Km 6
7080-026-VENDAS NOVAS, EVORA

Referência da Proposta: PE30221063 de 30.11.2022

3. METODOLOGIAS UTILIZADAS

O estudo foi efetuado sob uma amostra de material entregue no LQAI no dia 2022/12/19, identificado pelo cliente como "Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)". A seleção da amostra de produto foi da exclusiva responsabilidade do cliente. Os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. As análises e ensaios reportados foram realizados nas instalações permanentes do laboratório.

A amostra foi preparada segundo a norma ISO 16000-11¹, nas instalações do laboratório, no dia 2023/01/06. De notar que a preparação da amostra está fora do âmbito da acreditação do laboratório.

O ensaio em câmara de teste teve início no dia 2023/01/06 e foi realizado de acordo com o procedimento interno IT.403 (anexo B). Este ensaio é acreditado de acordo com a NP EN ISO/IEC 17025² para os compostos:

Ensaio	Método de ensaio
Determinação da emissão de benzeno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de tolueno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de etilbenzeno o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de 2-etil-1-hexanol o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de limoneno o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de tridecano o a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06
Determinação da emissão de 1,2,4-trimetilbenzeno a partir de produtos de construção e de mobiliário - método de emissão em câmara de teste	IT.403.06

Nota: IT.nnn.nn indica procedimento interno do Laboratório.

De referir que todos os outros compostos determinados neste ensaio e que não estão abrangidos pela acreditação são determinados usando os mesmos padrões de qualidade que se aplicam aos restantes.

Concretamente, os COVs foram recolhidos em tubos de Tenax TA da câmara de teste vazia (2023/01/06, volume: 4,90 l) e 28 dias depois de se iniciar o ensaio (2023/02/03, volume médio: 5,17 l). A incerteza associada a esta amostragem, calculada usando o fator de expansão de 2,01 o que corresponde a um grau de confiança de 95%, foi de 4,0%.

O formaldeído e acetaldeído foram recolhidos em cartuchos impregnados por DNPH, da câmara de teste vazia (2023/01/06, volume: 83,8 l) e 28 dias depois de se iniciar o ensaio (2023/02/03, volume: 95,6 l). De notar que a recolha de formaldeído e acetaldeído está fora do âmbito da acreditação do laboratório.

As condições experimentais na câmara durante o período de acondicionamento e durante o período de teste foram as seguintes:

Período	T (°C)	HR (%)	v (m/s)	n (h ⁻¹)	A/V (m ² /m ³)
Teste (28 dias)	21.7±0.2	49.1±7.5	0.27	0.66	1.28

Determinação das emissões de COVs, formaldeído, acetaldeído e algumas substâncias CMR por um material de construção

Relatório Nr. LQAI.2023.098

Cliente: Amorim Cork Insulation

sendo, T a temperatura, HR a humidade relativa, v a velocidade do ar à superfície do material, n o número de renovações horárias de ar na câmara e A/V a relação área da amostra/volume da câmara. O volume da câmara usada é de 0.141 m³.

Os COVs foram analisados por cromatografia gasosa, com identificação e quantificação por detetor seletivo de massa (GC/MSD), usando um cromatógrafo da marca Agilent Technologies, modelo 7890A e um detetor seletivo de massa, da mesma marca, modelo 5975C. A análise foi precedida da desadsorção térmica a partir do tubo, por meio de um sistema de desadsorção da marca DANI, modelo TD Master acoplado ao GC. A análise foi feita de acordo com o procedimento interno IT.401 (anexo B) e decorreu nos dias 2023/01/13 e 2023/02/07. Este ensaio é acreditado de acordo com a NP EN ISO/IEC 17025² para os compostos:

Ensaio	Método de ensaio
Determinação de benzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tolueno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de octano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de etilbenzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de acetato de 2-etoxietilo por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 1,2,4-Trimetilbenzeno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-etyl-1-hexanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de limoneno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de dodecano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-fenoxietanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tridecano por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de estireno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de tetracloroetileno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de 2-butoxietanol por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08
Determinação de naftaleno por desadsorção térmica e cromatografia gasosa com detetor seletivo de massa	IT.401.08

Nota: IT.nnn.nn indica procedimento interno do Laboratório.

De referir que todos os outros compostos determinados neste ensaio e que não estão abrangidos pela acreditação são determinados usando os mesmos padrões de qualidade que se aplicam aos restantes.

Os fatores de emissão (FE) dos compostos identificados foram calculados com base no fator de resposta específico do método analítico. O valor de COVsT foi calculado como sendo a soma dos FE de todos os compostos com tempos de retenção entre o hexano e o hexadecano, utilizando para o cálculo o fator de resposta do tolueno.

As incertezas expandidas globais (resultante da combinação das incertezas da amostragem e análises – IT401 e IT.403) obtidas para cada um dos compostos, são a seguir apresentadas. A incerteza expandida foi calculada usando o fator de expansão de 2,01, correspondente a um grau de confiança de 95%.

Composto	Incerteza Expandida Global
Benzeno (IT401 e IT403)	44%
Tolueno (IT401 e IT403)	13%
Etilbenzeno (IT401 e IT403)	14%
2-etil-1-hexanol (IT401 e IT403)	14%
Limoneno (IT401 e IT403)	15%
Tridecano (IT401 e IT403)	18%
1,2,4-Trimetilbenzeno (IT401 e IT403)	26%

O formaldeído e o acetaldeído foram determinados de acordo com a norma ISO 16000-3⁶ e o procedimento interno IT.402. Concretamente, procedeu-se à respetiva análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), usando um cromatógrafo da marca Agilent Technologies, modelo 1220 Infinity LC. Os fatores de emissão (FE) dos compostos foram calculados com base no fator de resposta específico do método analítico. As análises decorreram nos dias 2023/01/17 e 2023/02/17. A incerteza do método analítico é $\pm 13\%$ para o formaldeído e $\pm 12\%$ para o acetaldeído. Este ensaio não é abrangido pela acreditação.

4. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentadas as concentrações das substâncias ou grupos de substâncias, obtidas para uma taxa de ventilação específica de $0.5 \text{ m}^3\text{h}^{-1}\text{m}^{-2}$, assim como os limites de concentração (em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para as diferentes classes estabelecidos pela Regulamentação Francesa (DEVL1101903D e DEVL1104875A)⁴.

Tabela 1. Limites estabelecidos pela Regulamentação Francesa e concentrações dos compostos observados para o material aos 28 dias de exposição para a taxa de ventilação específica de $0.5 \text{ m}^3\text{h}^{-1}\text{m}^{-2}$.

Composto	CAS	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
		C	B	A	A+	MC.52/22
						28 dias
Formaldeído ⁺	50-00-0	>120	<120	<60	<10	1,47
Acetaldeído ⁺	75-07-0	>400	<400	<300	<200	7,82
Tolueno	108-88-3	>600	<600	<450	<300	4,21
Tetracloroetileno ⁺	127-18-4	>500	<500	<350	<250	< 1,02*
Xileno ⁺	1330-20-7	>400	<400	<300	<200	< 1,00*T
1,2,4-trimetilbenzeno	95-63-6	>2000	<2000	<1500	<1000	< 0,98*
1,4-diclorobenzeno ⁺	106-46-7	>120	<120	<90	<60	< 1,00*T
Etilbenzeno	100-41-4	>1500	<1500	<1000	<750	< 1,05*
2-butoxietanol ⁺	111-76-2	>2000	<2000	<1500	<1000	< 5,17*
Estireno ⁺	100-42-5	>500	<500	<350	<250	< 0,98*
COVsT ⁺	---	>2000	<2000	<1500	<1000	29,2

* Limite de quantificação do método para o composto específico.

*T Limite de quantificação do método calculado para o tolueno.

⁺ Parâmetros fora do âmbito da acreditação.

Na tabela 2 são apresentados os limites de concentração (em $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para as substâncias CMR, impostos pela Regulamentação Francesa (DEVP0908633A e DEVP0910046A)⁵ e os valores observados para o material em estudo, para uma taxa de ventilação específica de $0.5 \text{ m}^3\text{h}^{-1}\text{m}^{-2}$.

Tabela 2. Limites estabelecidos pela Regulamentação Francesa e concentrações dos compostos observados para o material aos 28 dias de exposição para a taxa de ventilação específica de $0.5 \text{ m}^3 \text{h}^{-1} \text{m}^{-2}$.

Composto	CAS	Limite	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			MC.52/22 28 dias
Tricloroetileno*	79-01-6	< 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.d.
Benzeno	71-43-2	< 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.d.*
bis(2-etilhexil)ftalato (DEHP)*	117-81-7	< 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.d.**
Dibutilftalato (DBP)*	84-74-2	< 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.d.

n.d. – não detetado, o que significa inferior ao limite de deteção do método.

* limite de quantificação do benzeno = $0,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

** Considera-se que este composto não está presente nas emissões do material em estudo, apesar de não ter sido avaliado analiticamente, conforme declaração em anexo do fabricante deste material.

* Parâmetros fora do âmbito da acreditação.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Por solicitação do cliente, os resultados obtidos são comparados com os limites de concentração estabelecidos pela Regulamentação Francesa^{4,5}. A regra de decisão escolhida é a de que a incerteza não é aplicada ao resultado final. Ou seja, o resultado obtido é diretamente comparado com o critério legal, sem consideração da incerteza associada a esse resultado.

Uma análise das Tabelas 1 e 2 permite concluir que o material com a referência "Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB)" tem classificação **A+** segundo a Regulamentação Francesa e cumpre com os critérios estabelecidos pela Legislação.

6. REFERÊNCIAS

- 1- ISO 16000-11 (2006). Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens (2006).
- 2- NP EN ISO/IEC 17025:2018 – Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.
- 3- ISO 16000-3 (2011). Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds - Active sampling method.
- 4- Décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 (DEVL1101903D) y Arrêté du 19 avril 2011 (DEVL1104875A) 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.
- 5- Arrêté du 30 avril 2009 (DEVP0908633A) y Arrête du 28 mai 2009 (DEVP0910046A) relatif aux conditions de mise sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2.

Porto, 31 de maio de 2023

Susana Martins

Digitally signed by [Assinatura Qualificada] Susana Daniela da Silva Martins
Date: 2023.05.31 18:19:20 +01'00'

(Responsável Técnica do LQAI)

Anexo A – Fotografia da Amostra



Determinação das emissões de COVs, formaldeído, acetaldeído e algumas substâncias CMR por um material de construção

Relatório Nr. LQAI.2023.098

Cliente: Amorim Cork Insulation

© INEGI todos os direitos reservados

Anexo B – Bibliografia que suporta a elaboração dos procedimentos internos IT.403 e IT.401:

- ISO 16000-6 (2021): 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.
- ISO 16000-9 (2006): Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing - Emission test chamber method.
- ISO 16000-11 (2006): Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens.
- EN 16516:2017. Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Determination of emissions into indoor air

DECLARAÇÃO

AMORIM CORK INSULATION, S.A. com sede em Vendas Novas – Portugal, fabricante de AGLOMERADO EXPANDIDO DE CORTIÇA (negro), assume e declara que no seu processo industrial, não utiliza o composto DEHP ou qualquer outro tipo de aditivo.

Utiliza unicamente como matéria-prima, cortiça denominada "falca" proveniente da floresta de sobro, sem qualquer tratamento prévio.

O processo produtivo consiste apenas na utilização de cortiça e vapor de água sobreaquecida e uma determinada temperatura e pressão, logo o produto é 100% natural.

Amorim Cork Insulation, S.A.

Amorim Cork Insulation, S.A.
Administração
04/04/2023



MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

INEGI - Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

Campus da FEUP | Rua Dr. Roberto Frias, 400 | 4200-465 Porto | PORTUGAL
T. +351 22 957 87 10 | F. +351 22 953 73 52 | inegi@inegi.up.pt

www.inegi.up.pt