

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR ATRAVÉS DA EMISSÃO DE FORMALDEÍDO: ESTUDO DE CASO DO PISO VINÍLICO

INDOOR AIR QUALITY ASSESSMENT THROUGH FORMALDEHYDE EMISSION: CASE STUDY OF VINYL FLOORING

Mirna Elias Gobbi ¹; Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos ²

¹Doutora | megobbi@esdi.uerj.br | UERJ | Rio de Janeiro, Brasil; ²Doutor | leopoldobastos@gmail.com | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil.

Resumo:

O ambiente interior das edificações, onde as pessoas passam a maior parte do tempo, deve ser livre de compostos nocivos e intoxicantes. Fontes de poluição do ar incluem o organismo humano, o tipo de atividade exercida, o fumo do tabaco, emissões de fibras, produtos plásticos e produtos sintéticos. O objetivo deste trabalho é de analisar as emissões de formaldeído (HCHO) de uma manta vinílica, após sua instalação em piso de um ambiente, durante um período horário fixado e com duração de 28 dias. Considerou-se no estudo de caso um hospital localizado na cidade de Vitória (ES). As medições das concentrações de formaldeído realizadas indicam que foram atingidos valores que satisfazem ao limite estabelecido pela legislação brasileira. Porém, por algumas normas internacionais e as certificações ambientais LEED, BREEAM, AQUA-HQE e WELL as concentrações obtidas ainda ultrapassam valores seguros. Torna-se possível concluir que o procedimento experimental se revelou como fundamental para avaliação da emissão de formaldeído de mantas vinílicas e sua influência sobre a qualidade do ar interior. Também, destaca-se como necessária uma atualização da legislação brasileira sobre os limites admissíveis de formaldeído para a saúde das pessoas nos ambientes das edificações.

Palavras-chave:

Qualidade do ar interior; Certificações ambientais; Materiais de construção.

Abstract:

People spend indoor most of their time. Then the ambient air must be free of harmful and toxic compounds. Sources of air pollution include the human body, the type of activity performed, tobacco smoke, emissions of fibers, plastic products and synthetic products. The objective of this study is to analyze the emissions of formaldehyde (HCHO) from a vinyl floor covering, after its installation on a building floor, during a fixed time period and lasting 28 days. The case study considered a hospital located in the city of Vitória (ES). The measurements of the formaldehyde concentrations carried out indicate values satisfying the limit established by the Brazilian legislation. However, according to some international standards and the environmental certifications LEED, BREEAM, AQUA-HQE and WELL, the concentrations obtained still exceed safe values. It is possible to conclude that the experimental procedure proved to be fundamental for evaluating the emission of formaldehyde from vinyl floor coverings and their influence on indoor air quality. It is also important to highlight the need to update Brazilian legislation on the permissible limits of formaldehyde for people's health in building environments.

Keywords:

Indoor Air Quality; Environmental Certifications; Building Materials.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do trabalho é de analisar as emissões de formaldeído de uma manta vinílica após instalação em um piso de um ambiente durante um período horário fixado e com duração nos primeiros 28 dias. Para tanto, foram realizadas medições das concentrações de formaldeído no ar em um ambiente hospitalar localizado na cidade de Vitória (ES). As medidas das concentrações foram a seguir comparadas com os limites estabelecidos pela legislação brasileira, internacionais de referência, como também algumas certificações ambientais voltadas para as edificações. Através desses procedimentos foi possível obter uma avaliação sobre o produto, em termos de sua emissão do composto orgânico volátil formaldeído para o ar ambiente, durante o período estabelecido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Dada a sua presença nos materiais de construção e produtos de uso diário, o formaldeído é um dos compostos orgânicos voláteis- COV em ambientes interiores com taxas de emissão mais elevadas, (Alves; Aciole, 2012). Mas, ao longo dos anos, a liberação de formaldeído dos produtos da construção tem diminuído devido às regulamentações impostas. No entanto, as concentrações no ar do ambiente urbana continuaram continuamente a aumentar devido à bioacumulação, (Salthammer; Mentese; Marutzky, 2010). Mas, de modo geral, a exposição pode ser maior nos ambientes interiores do que ao ar livre, devido principalmente ao maior número de fontes e sob pequenas taxas de renovação de ar, (Salthammer; Mentese; Marutzky, 2010; Viegas; Prista, 2011).

Segundo a OMS (2022), os sintomas relacionados a exposições de formaldeído por inalação acima dos limites recomendados podem ser: tosse, dor de garganta, sensação de ardor nos olhos, dor de cabeça e falta de ar. Exposições na pele apresentam vermelhidão e nos olhos podem causar visão turva, dores, lacrimejamento. A inalação repetida ou crônica pode causar inflamação crônica do trato respiratório superior. O contato repetido ou prolongado pode causar sensibilização da pele. Esta substância é um carcinogênico para os seres humanos (OMS, 2022).

Liang e Xu (2015) conduziram um estudo nos Estados Unidos no qual investigaram o desprendimento dos ftalatos nos pisos vinílicos para o ar. O ftalato é um tipo de plastificante utilizado para dar maleabilidade nas mantas, e classificado como uma classe de substância cancerígena quando inalada a longo prazo. Chegou-se à conclusão de que o plastificante pode se desprender do material de forma contínua, mesmo com o passar do tempo. Indicando ser o ftalato objeto de estudos a longo prazo no ambiente construído.

O estudo realizado por Wi *et al.* (2020), na Coréia do Sul, conduziu cerca de 100 investigações anualmente (no período 2004 - 2017), utilizando o método de câmara pequena de 20 L para analisar o conteúdo de materiais de construção em relação as emissões de formaldeído (HCHO) e compostos orgânicos voláteis totais (TVOC). Observaram que após a publicação em 2004, de uma norma limitando emissões de substâncias nocivas de produtos de construção, a quantidade de emissões de poluentes detectada diminuiu consideravelmente. Ou seja, o trabalho mostra o peso de uma legislação quando bem aplicada.

Kraus e Senitkova (2020), da República Tcheca, realizaram estudos controlados sobre as emissões de COV provenientes de revestimento de piso (carpetes de náilon, linóleo, piso vinílico e revestimentos de madeira). Os resultados da análise química confirmaram que as superfícies de piso comumente utilizadas se enquadram na categoria de materiais poluentes, em especial o piso vinílico. O TCOV do piso vinílico permaneceu em alta concentração mesmo no decorrer do tempo.

O estudo de Yetis e Kayili (2021), na Turquia, mostrou através de medições do ar para determinar a quantidade de COV liberadas no ambiente interior após a instalação de piso laminado utilizando como estudo de caso um apartamento residencial. Para determinar a influência somente do piso, os ambientes que receberam as medições foram previamente ventilados de maneira natural. Após a aplicação do piso foram realizadas as medições por 28 dias. Os resultados indicaram que nos 5

primeiros dias as concentrações de COVs ficaram acima dos limites recomendados, todavia as concentrações seguiram em decaimento durante as quatro semanas de medição.

Segundo Sherzar e Jung (2022), através de um estudo realizado nos Emirados Árabes, as emissões de COV e HCHO podem variar de acordo com as características das matérias-primas utilizadas para acabamento de pisos e paredes (tinta) e móveis. O resultado mostrou que as emissões HCHO variam de acordo com a composição, o método de processamento e o período de armazenamento do material. Concluiu-se que a quantidade de emissões nos móveis era, em geral, maior do que a dos materiais de acabamento interno.

Os diversos estudos, nos mais variados países, acima relatados têm como tema central a relação das emissões dos materiais de construção com a qualidade do ar interior. Mostram de forma comum a necessidade de uma análise sobre os revestimentos de piso, em destaque os pisos vinílicos que são disponíveis no mercado. O presente trabalho é parte de um estudo mais abrangente sobre a QAI, no qual avalia através de medições a qualidade do ar sob diversos tipos de poluentes, dentre eles o formaldeído presente em produtos vinílicos no mercado brasileiro.

3. MÉTODOS

3.1. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

As medições foram realizadas em um hospital localizado na cidade de Vitória (ES). A escolha do local pode ser justificada por ser o hospital dentre as edificações a que mais utiliza atualmente os pisos vinílicos. Como também, surgiu a oportunidade para a obtenção de dados quando da colocação de um piso. Assim, foram realizadas medições, nos 28 primeiros dias de instalação do piso vinílico, relativas à concentração de formaldeído no ar ambiente, além da temperatura e umidade relativa. As medições foram realizadas no corredor do Centro de Diagnóstico, localizado no segundo pavimento da edificação, com aproximadamente 20 m² (dimensões: 10,35m x 1,90m) (Figura 1).



Figura 1: Imagem do corredor com a manta implantada.
Fonte: Acervo pessoal (2023).

Segundo dados fornecidos pelo fabricante, o piso vinílico é do tipo heterogêneo com base compacta (HTC), com classificação de uso para ambientes comerciais ou industriais. A ficha técnica do material informa a seguinte composição: resina acrílica, resina natural, espessante, tensoativo, carga mineral micronizada, conservante e água.

O horário de 6h às 7h da manhã foi escolhido pois o setor de Diagnóstico e Ecocardiograma funcionam em horário comercial (das 8h às 18h). No horário das medições a circulação de pessoas pelo local era reduzido, quando comparado com a média do dia. O intervalo de 1h, foi o período disponibilizado pelo hospital para a permanência diária no local. As medições eram realizadas em intervalos de 10 em 10 minutos: 1ª medição às 6h00; 2ª medição às 6h10; 3ª medição às 6h20; 4ª medição às 6h30; 5ª medição às 6h40; e 6ª medição às 6h50.

Foi utilizado o monitor portátil eletroquímico modelo Temtop M10i para as medições de formaldeído. Com faixa de medição (HCHO): 0,00 – 2,00 mg/m³ (resolução HCHO: 0,01 mg/m³). Para as medições de temperatura, umidade, velocidade do ar foi utilizado o termo-higro-anemômetro digital, modelo AK821. Os equipamentos foram dispostos um ao lado do outro sobre uma cadeira. Além disso utilizou-se um relógio digital. O termo-higro-anemômetro foi posicionado em uma cadeira, de modo a possibilitar o funcionamento da ventoinha, enquanto o monitor portátil eletroquímico para medida do COV ficasse voltado diretamente para o local da medição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

A média da temperatura no período dos 28 dias foi de 24,5 °C (variando entre 24,0 °C e 25,0 °C), e a média da umidade do ar foi de 69,5 % (variando entre 57,9 % e 77,9 %). As medições ocorreram entre metade do mês de agosto e setembro de 2023. Apesar de ser o período de inverno, a estação pouco influenciou nos resultados, uma vez que a climatização do ambiente analisado era artificialmente controlada.

No equipamento de medição, o formaldeído reage eletroquimicamente no elétrodo específico para os aldeídos, gerando uma corrente elétrica proporcional à concentração. Uma pequena bomba interna do monitor faz a coleta do ar continuamente. As emissões de formaldeído nos 28 dias de medição alcançaram valores que variaram de 0,01 mg/m³ (valor mínimo) até 0,42 mg/m³ (valor máximo) (Figura 2).

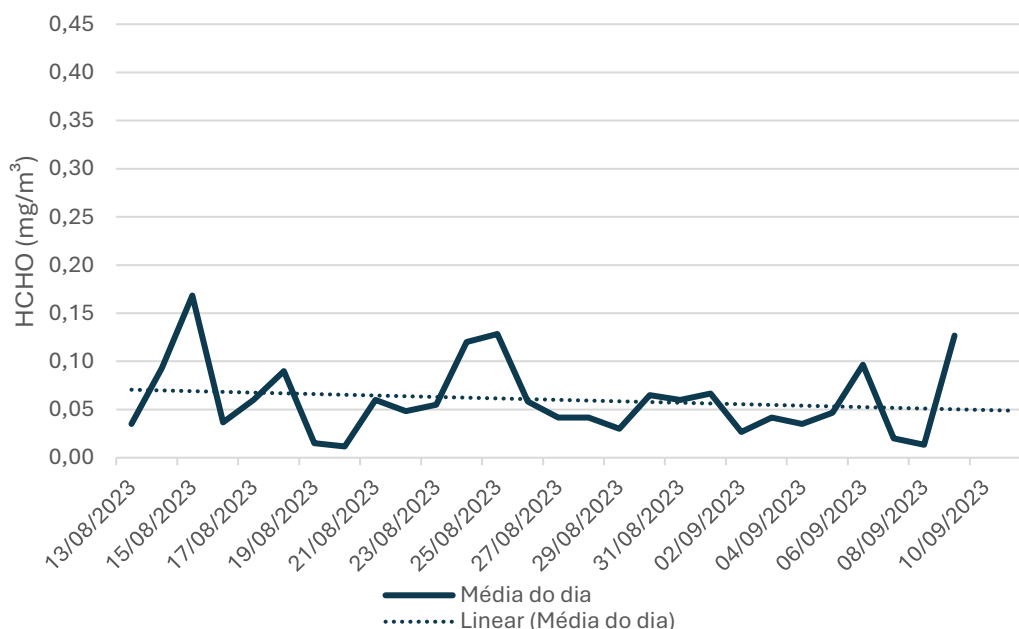


Figura 2: Emissões de HCHO (mg/m³).

Fonte: Autora (2023).

O valor máximo da concentração de HCHO foi atingido no terceiro dia de medição, dia 15/08, às 6h40. A média das emissões diárias após 28 dias foi de 0,06 mg/m³. As emissões apresentaram

um decaimento constante com o passar dos dias. A linha pontilhada representa a regressão linear esperada. A regressão é calculada de acordo com as médias diárias de todo o período.

4.2. NORMAS DE REFERÊNCIA

O Anexo n. 11, da NR 15 (Atividades e Operações Insalubres), apresenta os ‘limites de exposição de agentes químicos’ cuja insalubridade é caracterizada pelo limite de exposição e tolerância. Todos os valores fixados pela NR 15 são indicadores que não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho, (Brasil, 2022). O valor máximo de exposição ao formaldeído deve ser de 2,3 mg/m³, para exposição prolongada¹. Portanto, o valor máximo de 0,42 mg/m³ obtido para a concentração de formaldeído no local de medição está aquém do limite máximo de tolerância da norma.

O limite fixado pela NR 15 é mais amplo do que aqueles definidos por competências internacionais como na França (2011), OMS (2010) e OSHA (2023) (*Occupational Safety and Health Administration* - Administração de Segurança e Saúde Ocupacional) (Tabela 1). Pode-se observar comparativamente como são mais restritivos os limites estabelecidos pela OSHA (2023) e França (2011).

A OMS (2010) estabeleceu como limite 0,10 mg/m³ para exposições prolongadas e para exposições de curto prazo para o formaldeído. A União Europeia (2019) a partir de 2024 passou a fixar esse mesmo limite de exposição. No entanto, a França é ainda mais restritiva com as exposições prolongadas, adotando um limite de 0,01 mg/m³ para exposições de longo prazo.

Norma	Limite de exposição curta (mg/m ³)	Limite de exposição prolongada (mg/m ³)
NR 15	-	2,3
OSHA	0,08	0,03
OMS	0,10	0,10
França	0,03	0,01

Tabela 1: Limites de exposição de formaldeído.

Fonte: Adaptado de FRANÇA (2011); NR 15 (2022); OSHA (2023); OMS (2010).

No Brasil, a ABNT NBR 14917: 2022 – Revestimentos resilientes para pisos – Manta e placa vinílica flexível homogênea ou heterogênea em PVC”, estabelece e classifica os pisos segundo os limites de emissão de algumas substâncias, dentre as quais, o formaldeído (µg/m³). De acordo com a Tabela 2, as mantas podem ser classificadas de C (para nível de emissão mais alto) até A+ (para nível de emissão mais baixo), dependendo do nível de emissão após 28 dias.

A manta aplicada no corredor do hospital após 28 dias apresentou uma média de emissão de 0,13 mg/m³ (130 µg/m³). Assim, segundo a classificação da norma NBR 14917, a manta seria considerada como “C”, em relação ao formaldeído.

¹ Exposição de longo prazo são aquelas que duram em média 8h, o equivalente a uma jornada de trabalho diária completa.

Substâncias	Classificação			
	µg/m ³			
	C	B	A	A+
Formaldeído	> 120	≤ 120	≤ 60	≤ 10
Acetaldeído	> 400	≤ 400	≤ 300	≤ 200
Tolueno	> 600	≤ 600	≤ 450	≤ 300
Tetracloroetileno	> 500	≤ 500	≤ 350	≤ 250
Xileno	> 400	≤ 400	≤ 300	≤ 200
1,2,4-trimetilbenzeno	> 2.000	≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 1.000
1,4-diclorobenzeno	> 120	≤ 120	≤ 90	≤ 60
Etilbenzeno	> 1.500	≤ 1.500	≤ 1.000	≤ 750
2-butoxietanol	> 2.000	≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 1.000
Estireno	> 500	≤ 500	≤ 350	≤ 250
TCOV	> 2.000	≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 1.000

Tabela 2: Classificação e limites de emissão de substâncias.

Fonte: Adaptado de NBR 14917:2022.

4.3. CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

Procurou-se também verificar quais são limites de exposição ao formaldeído estabelecidos em quatro certificações ambientais para edificações: AQUA-HQE, BREEAM, LEED e WELL.

Na certificação AQUA-HQE (2021) foi utilizado o Guia “Edificações não residenciais em construção”, na categoria de “Qualidade do Ar”. No critério “Controle das fontes de poluição internas” está especificado o limite de < 30 µg/m³ para formaldeído. Na certificação BREEAM foi utilizada a versão 6.1, lançada em agosto de 2022. Na categoria “Qualidade do Ar Interior”, a concentração de formaldeído no ar deve ser medida após a construção (mas antes da ocupação) e não deve exceder 10 µg/m³ após 28 dias (BREEAM, 2023).

Na certificação LEED foi utilizada a versão 4.1 lançada em 2019. A categoria “Qualidade do ambiente Interior”, possui entre seus requisitos o limite de exposição de formaldeído, cujo limite estabelecido é de 20 µg/m³ após 28 dias. Na certificação WELL (2023), o limite de formaldeído estabelecido é de 50 µg/m³, devendo ser monitorado todos os anos.

A emissão de formaldeído no corredor do hospital no 28º dia de medição (130 µg/m³), quando comparada com os valores especificados em cada certificação, ultrapassaria os limites aceitáveis em todas as certificações.

Corredor do HRSC	Limite da certificação	Certificação	Classificação
130 µg/m ³	< 30 µg/m ³	AQUA-HQE	Acima
	≤ 10 µg/m ³	BREEAM	Acima
	20 µg/m ³	LEED	Acima
	50 µg/m ³	WELL	Acima

Tabela 3: Comparativo das emissões de formaldeído do local da medição com as com as certificações ambientais de edificações no 28º dia (09/09).

Fonte: Autora (2023).

5. CONCLUSÕES

As concentrações de formaldeído no ambiente analisado ultrapassaram os valores limites considerados seguros em diversos momentos. Mesmo após 28 dias a manta objeto de estudo apresentou uma emissão alta para esse poluente volátil. A comparação de valores das concentrações medidas com os apresentados pelas certificações como BREEAM e LEED, indica que a manta objeto de teste não atende aos critérios para uma utilização em ambientes interiores.

Os resultados das emissões podem ser considerados favoráveis sob a legislação nacional, mas os limites das concentrações de formaldeído mostram-se elevados quando comparados com diversos padrões referenciais internacionais, mesmo após 28 dias. Ou seja, os padrões nacionais são maiores e menos restritivos, quando confrontados com padrões internacionais (norte-americanos e europeus). As medições se mostraram fundamentais para mostrar a relação de como um material de construção pode influenciar na qualidade do ar interior. Outro ponto a ser destacado é a importância das legislações na fixação de limites admissíveis para a emissão de poluentes no ar interior das edificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14917-1**: Revestimentos resilientes para pisos - Manta (rolo) ou placa (régua) vinílica flexível homogênea ou heterogênea em PVC. Parte 1: Requisitos, características e classes. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14917-2**: Revestimentos resilientes para pisos - Manta (rolo) ou placa (régua) vinílica flexível homogênea ou heterogênea em PVC. Parte 2: Procedimentos para seleção, utilização, instalação, conservação e limpeza. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ALVES, C. A.; ACIOLE, S. D. G. Formaldeído em escolas: uma revisão. **Quim. Nova**, 2012, v. 35, n. 10, p. 2025-2039.

ANVISA — AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RE Nº 09, de 16 de janeiro de 2003**. Brasília: ANVISA, jan. 2013.

AQUA-HQE. **Edifícios não residências em construção**. AQUA-HQE Certificado por Fundação Vanzolini e Certivêa Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Não Residenciais em Construção. Versão de Dezembro de 2021. Disponível em: https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2022/01/RT_AQUA-HQE-Edifícios_ao-residenciais-2021.pdf. Acesso em 20 mar. 2025.

BASTOS, L. E. G. **Ventilação e qualidade do ar em salas de aulas de escolas**. Rio de Janeiro: Paisagens Híbridas, 2024.

BLUYSSSEN, P. M. Management of the indoor environment: from a component. **Indoor and Built Environment**, v. 17, n. 6, p. 483-495, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora No. 15 (NR-15)**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitativa-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>. Acesso em: 05 mar. 2025.

BREEAM — BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD. **BREEAM Standards**. Disponível em: <https://breeam.com/standards/>. Acesso em 14 abr. 2025.

FRANÇA. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. **Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011** relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le

formaldéhyde et le benzène. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000024909119>. Acesso em 20 fev. 2025.

GUÍO, L. M. P. **Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias**: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2013.

GOBBI, M. E. **A Influência dos Materiais de Construção na Qualidade do Ar Interior**: caso de Piso Vinílico em Ambiente Hospitalar. Tese de Doutorado em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2023.

HU, D.; TOBON, Y.; AGOSTINI, A.; GROSSELIN, B.; CHEN, Y.; ROBIN, C.; YAHYAOU, A.; COLIN, P.; MELLOUKI, A.; DAËLE, V. Diurnal variation and potential sources of indoor formaldehyde at elementary school, high school and university in the Centre Val de Loire region of France. **Science of the Total Environment**, v. 811, 2022.

KRAUS, M.; SENITKOVA, I. J. Formaldehyde emission monitoring from a variety of solid wood, plywood, blockboard and flooring products manufactured for building and furnishing materials. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, V. 960, 5th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium. Prague, Czech Republic, 2020. DOI 10.1088/1757-899X/960/4/042093.

LEED. Leadership in Energy and Environmental Design. **LEED credit library. Indoor Environmental Quality**. Disponível em: <https://www.usgbc.org/credits?Category=%22Indoor+environmental+quality%22&Rating+System=%22Hospitality+-+New+Construction%22>. Acesso em: 21 mar. 2025.

LIANG, Y.; XU, Y. The influence of surface sorption and air flow rate on phthalate emissions from vinyl flooring: Measurement and modeling. **Atmospheric Environment**, v. 103. p. 147-155, 2015.

LU, J.; GU, J.; LI, K.; XU, C.; SU, W.; LAI, Z.; ZHOU, Z.; YU, C.; XU, B.; YANG, Z. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. **Emerg Infect Dis.**, v. 26, n. 7, p. 1628–1631, jul. 2020 doi: 10.3201/eid2607.200764.

OMS — Organização Mundial de Saúde. **Chemical fact sheets**: Formaldehyde. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/chemical-fact-sheets--formaldehyde>. Acesso em: 08 abr. 2025.

OMS — Organização Mundial de Saúde. **WHO Guidelines for Indoor Air Quality**: Selected Pollutants. Copenhagen: Regional Office for Europe, 2010.

OSHA. Occupational Safety and Health Administration. **1910.1048(n) - Formaldehyde**. Disponível em: [https://www.osha.gov/laws-regs/interlinking/standards/1910.1048\(n\)/all](https://www.osha.gov/laws-regs/interlinking/standards/1910.1048(n)/all). Acesso em 08 abr. 2025.

PROTANO, C.; ANTONUCCI, A.; DE GIORGI, A.; ZANNI, S.; MAZZEO, E.; CAMMALLERI, V.; FABIANI, L.; MASTRANTONIO, R.; MUSELLI, M.; MASTRANGELI, G.; URSINI, L., C.; CAVALLO, D.; POLI, D.; GENNARO, G.; PALMA, G.; VITALI, M. Exposure and Early Effect Biomarkers for Risk Assessment of Occupational Exposure to Formaldehyde: A Systematic Review. **Sustainability**, v. 16, n. 9, 3631, 2024. <https://doi.org/10.3390/su16093631>.

SALTHAMMER, T.; MENTESE, S.; MARUTZKY, R. Formaldehyde in the Indoor Environment. **Chemical Reviews**, v. 110, n. 4, p. 2532-2572, 2010.

SHERZAR, M.; JUNG, C. Evaluating the emission of VOCs and HCHO from furniture based on the surface finish methods and retention periods. **Front. Built Environ**, v. 8, p. 1-12, nov. 2022.

VIEGAS, S.; PRISTA, J. Formaldeído em habitações domésticas: contaminação ambiental e potenciais fontes. **Saúde & Tecnologia**, n. 6, p. 10-16, 2011. ISSN: 1646-9704.

WELL. **WELL Performance Rating, Q1-Q2 2023. Indoor Air Quality**. Disponível em: <https://v2.wellcertified.com/en/performance-rating/indoor%20air%20quality/feature/3>. Acesso em: 21 mar. 2025.

WI, S.; KIM, M.; MYUNG, S.; BAIK, Y. K.; LEE, K.; SONG, H.; KWAK, M.; KIM, S. Evaluation and analysis of volatile organic compounds and formaldehyde emission of building products in accordance with legal standards: A statistical experimental study. **Journal of Hazardous Materials**, v. 393, p. 1-11, 5 July 2020.

YETIS, C.; KAYILI, M. T. Determination of the Effect of Laminate Flooring on Indoor Air Quality During the Installation Phase of the Building. **J. Int. Environmental Application & Science**, v. 16, n. 4, p. 140-148, 2021.