

A TOXICIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO: UMA BREVE REVISÃO¹

GOBBI, M. E., Universidade Federal do Rio de Janeiro, email: mirna.gobbi@gmail.com;
SANTOS, M., Universidade Federal do Rio de Janeiro, email: maurosantos@fau.ufrj.br; ROLA, S.
M., Universidade Federal do Rio de Janeiro, email: sylviarola@fau.ufrj.br

ABSTRACT

While the constructions of the past were made of natural materials, the actual constructions may contain numerous combinations of chemicals and heavy metals. These substances are released in large quantities in buildings, contaminating air and water. The inner environment of buildings, places where people spend most of our daily time, must be free of harmful and intoxicating compounds. When thinking about the toxicity of the material, the harmfulness should be analyzed for both the people and the environment. A material can be toxic in different phases: in the extraction, production, use and disposal, that is, throughout its life cycle, but it is a factor commonly disregarded by the designers. The aim of the paper is to present which topics related to the toxicity of building materials have been published in journals of the Science Direct database in the last 5 years (2012-2017).

Keywords: Toxicity. Building Material. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O modo como os edifícios são projetados, construídos e operados têm um profundo impacto saúde na saúde das pessoas e no meio ambiente, e por muitos anos os impactos têm sido negativos (GUENTHER e VITTORI, 2013). Edifícios, cujos projetos são elaborados a partir dos princípios de sustentabilidade, propiciam ambientes que satisfazem as necessidades de seus usuários. E, auxiliam na saúde em três níveis: a saúde imediata dos ocupantes, a saúde da comunidade local e a saúde da comunidade global (GUTIERREZ, 2015).

Enquanto as construções do passado eram feitas de materiais naturais, as construções atuais podem conter numerosas combinações de químicos e metais pesados. Essas substâncias são liberadas em elevadas quantidades para o interior das edificações, chegando a contaminar a água utilizada para consumo. O melhoramento na qualidade do ar interno pode ser alcançado não somente com um projeto arquitetônico detalhado, como também com uma correta seleção de materiais e métodos construtivos (ABEYSUNDARA; BABEL e GHEEWALA, 2009; KARADE e CHAKRABORTY, 2012).

Estudos revelam que as concentrações de poluentes no ambiente interno podem ser até cinco vezes superiores ao externo (ADDINGTON, 2004). Estes compostos podem provocar números problemas de saúde, tais como descreve Pacheco-Torgal e Jalali (2010): irritação da pele, olhos e vias respiratórias; distúrbios cardíacos, digestivos, renais ou hepáticos; distúrbios

¹ GOBBI, M. E.; SANTOS, M.; ROLA, S. A sustentabilidade e a toxicidade dos materiais de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

do sistema nervoso; dentre outros.

O ambiente interno das edificações, lugares onde as pessoas passam a maior parte do tempo diário, deve ser livre de compostos nocivos e intoxicantes. Os projetistas das edificações são também os responsáveis por proporcionar um mais ambiente saudável e sustentável aos usuários (MERTEN, et al., 2017). O desenvolvimento das tecnologias de construção está relacionado com as demandas de uma população crescente, que acaba por gerar problemas e desequilíbrios ambientais. Ao incorporar novas tecnologias, os materiais de construção trazem melhorias no modo de construir, entretanto, também produzem novos e complexos ambientes consideravelmente mais tóxicos (FUCIC, 2012).

O objetivo do artigo é apresentar quais os temas relacionados à toxicidade de materiais de construção foram publicados em periódicos da base *Science Direct* nos últimos 5 anos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi feita a partir das seguintes etapas: I. Os artigos foram selecionados na base *Science Direct* (por ser uma base de dados reconhecida internacionalmente); II. No período de cinco anos (2013 a 2017); III. Que contivessem as palavras chaves: "toxi*² AND {building materials}³" no título, ou resumo, ou nas palavras-chaves dos artigos; IV. Nos campos das ciências: *Arts and Humanities, Chemical Engineering, Chemistry, Engineering, Environmental Science, Material Science* e *Medicine and Dentistry*.

Após aplicar os itens I. II. III. e IV., o resultado da busca encontrou 36 artigos. Todos os artigos foram analisados, e destes, foram selecionados os artigos que relacionavam diretamente algum tipo de toxicidade com algum material de construção no corpo do texto. Foram descartados os artigos que apenas citavam a possibilidade de ter toxicidade nos materiais de construção, ou que não especificavam de qual fonte a toxicidade vinha, ou que abordavam outro assunto sobre toxicidade sem abordar os materiais de construção, restando 5 artigos.

3 RESULTADOS

Os 5 artigos selecionados foram agrupados em um quadro com as seguintes informações: o título do artigo, quais os tipos de toxicidade ou temas relacionados, ano de publicação, autores, qual o periódico da publicação e qual o país de origem (QUADRO 1).

² O uso de * substitui qualquer número de caractere, por exemplo, toxi* pesquisa por: *toxin, toxicity* e *toxicology*.

³ Pesquisa entre chaves são pesquisas por termos exatos.

Tabela 1 – Artigos selecionados no *Science Direct*.

Título	Tipo de Toxicidade ou tema relacionado	Ano	Autores	Periódico	País
1. Ecotoxicology of building materials: a critical review of recent studies	Revisão	2017	Kobetičová, K.; Černý, R.	Journal of Cleaner Production	República Checa
2. Screening for perfluoroalkyl acids in consumer products, building materials and wastes	Retardador de chama	2016	Beacanova, J.; Melymuk, L.; Vojta, S.; Komprdová, K.; Klánová, J.	Chemosphere	República Checa
3. Treatment of toxic metal aqueous solutions: Encapsulation in a phosphate-calcium aluminate matrix	Metais pesados	2014	Fernández, J. M.; Navarro-Blasco, I.; Duran, A.; Sirera, R.; Alvarez, J.I.	Journal of Environmental Management	Espanha
4. Assessment on emission of volatile organic compounds and formaldehyde from building materials	COV	2013	Que, Z.; Wang, F.; Li, J.; Furuno, T.	Composites: Part B.	Japão/China
5. Indoor environmental quality in a dynamic life cycle assessment framework for whole buildings: Focus on human health chemical impacts	COV	2013	Collinge, W.; Landis, A. E.; Jones, A. K.; Schaefer, L. A.; Bilec, M. M.	Building and Environment	Estados Unidos da América

Fonte: Produzido pelos autores.

3.1 Ecotoxicology of building materials: a critical review of recent studies

O artigo é uma revisão bibliográfica sobre ecotoxicidade. A ecotoxicologia é um campo de pesquisa multidisciplinar moderno focado nos efeitos tóxicos causados por poluentes naturais ou sintéticos, sobre quaisquer constituintes dos ecossistemas: animais (incluindo seres humanos), vegetais ou microorganismos em e nos impactos antropogênicos e ambientais nos ecossistemas aquáticos e terrestres. O objetivo apresentou uma visão geral dos estudos recentes sobre a ecotoxicidade dos materiais de construção. A revisão da literatura foi organizada de acordo com as fases e metodologias específicas do ciclo de vida dos materiais de construção. O artigo concluiu que existe uma falta geral de estudos ecotoxicológicos relacionados a materiais em todas as fases do ciclo de vida; e que a pesquisa sobre ecotoxicologia dos materiais de construção é um campo de pesquisa subestimado e que possui um alto potencial para estudos futuros.

3.2 Screening for perfluoroalkyl acids in consumer products, building materials and wastes

O objetivo do estudo foi analisar substâncias polifluoroalquilo e perfluoroalquilo (PFAS) que são utilizadas em uma ampla gama de produtos comerciais, desde tintas, até roupas e painéis antiaderentes. Neste estudo foram analisamos 126 amostras individuais de materiais de construção, produtos de consumo e materiais de interior de automóveis, a fim de fornecer informações sobre a distribuição e quantidade de PFAS adicionados aos materiais e identificar as fontes potenciais de PFAS específicas para o ambiente interno. Os PFAS são aplicados para mudar propriedades físico-químicas, resultando em maior resistência à água, manchas, óleo e fogo. Os resultados detectaram concentrações acima do permitido pela União Europeia ($1 \mu\text{g m}^2$) em quase todas as amostras, chamando a atenção para revestimento de piso cujas concentrações chegaram ser cinquenta vezes maior do que o permitido.

3.3 Treatment of toxic metal aqueous solutions: Encapsulation in a phosphate-calcium aluminate matrix

O objetivo do estudo foi explorar o uso de cimento de aluminato de cálcio rico em ferro e modificado com fosfato (phosphate-modified iron-rich calcium aluminate) como uma matriz para encapsular metais pesados de águas poluídas (Pb, Zn e Cu), pois verificou-se que esses metais estão comumente presentes em efluentes industriais. Várias argamassas foram preparadas e modificadas após a adição de soluções aquosas contaminadas artificialmente contendo cada um dos metais alvos. Foram realizados testes de resistência à compressão e ensaios de lixiviação nas amostras. Depois de 28 dias, as amostras que continham chumbo e cobre obtiveram resistência a compressão maior do que o referencial e a de zinco apresentou resistência menor do que o referencial (a amostra foi considerada altamente porosa e heterogênea). No ensaio de lixiviação, os valores obtidos comprovam a retenção dos três metais em 99,9% dos casos. No caso do zinco, embora os valores de retenção atingissem resultados satisfatórios, o desempenho mecânico não se mostrou adequado. Por outro lado, as amostras de estabilizar chumbo e cobre apresentaram bom desempenho em ambos os testes.

3.4 Assessment on emission of volatile organic compounds and formaldehyde from building materials

O objetivo era quantificar a emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) (especificamente formaldeído e outros tipos) dos seguintes materiais: aglomerados de madeira, madeira compensada e uma série de materiais comuns de construção e montagem feitos com componentes de madeira. Foram testados materiais que estivessem presentes dentro dos edifícios. As medições foram feitas através de ensaios controlados de laboratório. Dentro de uma câmara onde a temperatura e umidade foram mantidas estáveis,

era colocada uma amostra por vez durante uma semana, e medições no ar eram feitas periodicamente, a fim de avaliar a quantidade de COV que se desprendiam. Os resultados obtidos mostraram que os níveis de COV emitidos pelos componentes de madeira eram semelhantes aos números estimados das emissões de outros tipos de materiais de construção (como tintas e vernizes). A única amostra que apresentou um valor elevado de emissão de COV foi a madeira de pinus comum. Em relação às emissões de formaldeído todas as amostras ficaram abaixo do limite máximo exceto a amostra de MDF (Medium Density Fiberboard, em português: placa de fibra de média densidade), cerca de cinco vezes maior do que o que é permitido na China (0.1 ppm). O estudo concluiu que de uma maneira geral a madeira, ou componentes de madeira são um bom material para utilização nos ambientes internos das edificações, embora, o MDF e a madeira de pinus comum necessitam de atenção em relação às emissões de COVs.

3.5 Indoor environmental quality in a dynamic life cycle assessment framework for whole buildings: Focus on human health chemical impacts

O artigo tem como objetivo a incorporação da Qualidade Ambiental Interna (QAI) na Análise do Ciclo de Vida Dinâmico (ACVD). Em relação à toxicidade, ele mostra a importância da incorporação que os impactos da QAI possuem a saúde humana na ACV tradicional. Os impactos químicos à saúde humana foram divididos em três categorias: efeitos respiratórios (por particulados), toxicidade cancerígena e toxicidade não cancerígena. Eles mediram a quantidade de particulados, e compostos orgânicos totais um edifício, utilizado um edifício como estudo de caso. O estudo comprova que os COV totais são maiores em ambientes internos, e destacam que os materiais de construção são responsáveis por esse aumento. Como conclusão, eles comprovaram a possibilidade da incorporação da QAI na ACVD.

5 CONCLUSÃO

A toxicidade dos materiais de construção ainda é um assunto que carece de mais pesquisas que incluam os efeitos adversos nas diversas etapas do ciclo de vida de um material, e na mensuração dos danos de forma mais precisa. A pesquisa demonstrou que uma correta e mais sustentável seleção de materiais inclui também a preocupação com os impactos que um material pode ter tanto para o meio ambiente, quanto para quem produz ou utiliza. Entender a toxicidade dos materiais ajuda tanto na mitigação de problemas relacionados à saúde das pessoas, quanto para o meio ambiente.

Os artigos selecionados no *Science Direct* mostram diferentes materiais e temas relacionados à toxicidade. Porém, pode-se concluir que, os artigos abordavam principalmente materiais que acabam por ter impacto no ambiente interno das edificações (como os COVs e retardadores de chama). A preocupação com os impactos que um material pode ter não se

restringem apenas aos impactos causados ao meio ambiente, mas há uma preocupação crescente com os espaços onde as pessoas passam a maior parte do tempo, que é na parte interna das edificações.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo financiamento para o desenvolvimento da pesquisa e ao grupo de pesquisa Espaço Saúde (PROARQ/ FAU/ UFRJ).

REFERÊNCIAS

ABEYSUNDARA, U. G. Y., BABEL, S., & GHEEWALA, S. A matrix in life cycle perspective for selecting sustainable materials for buildings in Sri Lanka. **Building and Environment**, 2009, n. 5, p. 997-1004. doi: 10.1016/j.buildenv.2008.07.005.

ADDINGTON, M. History and future of ventilation. In: SPRENGLER, J. D.; SAMET, J. M.; MACCARTHY, J. F. In: **Indoor air quality handbook**. New York: McGraw-Hill, 2004. p. 1448.

BEACANOVA, J.; MELYUK, L.; VOJTA, S.; KOMPRDOVÁ, K.; KLÁNOVÁ, J. Screening for perfluoroalkyl acids in consumer products, building materials and wastes. **Chemosphere**, 2016, n. 164, p. 322-329.

COLLINGE, W.; LANDIS, A. E.; JONES, A. K.; SCHAEFER, L. A.; BILEC, M. M. Indoor environmental quality in a dynamic life cycle assessment framework for whole buildings: Focus on human health chemical impacts. **Building and Environment**, v. 62, p. 182-190, abr 2013.

FERNANDEZ, J.; NAVARRO-BLASCO, I.; DURAN, A.; SIRERA, R.; ALVAREZ, J.I. Treatment of toxic metal aqueous solutions: Encapsulation in a phosphate-calcium aluminate matrix. **Journal of Environmental Management**. 2014, n. 140, p. 1-13.

FUCIC, A. 1 - The main health hazards from building materials. In: **Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineerin**. Woodhead Publishing, 2012, p. 1-22 (Toxicity of Building Materials). ISBN 9780857091222.

GUENTHER, R.; VITTORI G. **Sustenaible Healthcare Architecture**. 2ª edition. New Jersey: Wiley, 2013.

GUTIERREZ, G. C. **Viabilidade de uma arquitetura hospitalar sustentável baseada nas microalgas**: Estudo de caso: Propostas para o novo Hospital Universitário – UFRJ. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/PROARQ/ Programa de Pós- graduação em Arquitetura. Rio de Janeiro, 2015.

KARANDE, P.; CHAKRABORTY, S. Application of multi-objective optimization on the basis of ratio analysis - (MOORA) method for materials selection. **Materials and Design**. v. 37, p. 317-324, mai, 2012.

KOBETIČOVÁ , K.; ČERNÝ, R. Ecotoxicology of building materials: a critical review of recent studies. **Journal of Cleaner Production**. (2017), doi: 10.1016/j.jclepro.2017.07.161.

MERTEN H. O.; SILVA, M. B.; CALDAS, L. R.; SPOSTO, R. M. Compostos Orgânicos Voláteis de Tintas imobiliárias e certificações ambientais: estudo de caso para solos. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. Goiânia, GO, vol. 13, n. 1, p. 128-139, jan 2017.

PACHECO-TORGAL, F. P.; JALALI, S. Toxicidade de materiais de construção: uma questão incontrolável na construção sustentável. **Ambiente Construído**. v. 10, n. 3, p. 41-53, jul./ set. 2010.

QUE, Z.; WANG, F.; LI, J.; FURUNO, T. Assessment on emission of volatile organic compounds and formaldehyde from building materials. **Composites: Part B**. 2013, n. 49, p-36-42.