

Como a divulgação de ingredientes de materiais de construção pode ajudar a promover a sustentabilidade

Mirna Elias Gobbi

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
mirna.gobbi@gmail.com

Sylvia Meimaridou Rola

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
sylviarola@fau.ufrj.br

Mauro Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
maurosantos@fau.ufrj.br

ABSTRACT

The selection of sustainable building materials became a concern of building designers given the size of the industry and the environmental, social and economic impacts generated. The focus on toxicity is in line with the objectives of Agenda 2030 and the tools for assessing the sustainability of buildings. LEED, in the current version, has an indicator that evaluates the ingredients of the materials. The disclosure of ingredients makes it possible for consumers and designers to make more sensitive choice of materials and products. The purpose of the article is to present the Red List, a list of chemical composites that should be banned from construction products and which can be used in LEED for scoring. And, analyze the damages to human health and brazilian standards in force for each class of chemicals listed by the Red list. The results show that the greatest exposures are made by air, and that the effects of asbestos, volatile organic compounds, phthalates and halogenated flame retardants can be highlighted that are used in various types of construction materials and which are harmful in different phases of the life cycle of the materials, mainly, pollutants of the inner air of the buildings.

Keywords: Sustainability; Building Material; Toxicity.

1. INTRODUÇÃO

O uso dos recursos naturais acima da capacidade de regeneração se tornou um dos principais desafios do século XXI, sendo um problema tanto ecológico quanto social e econômico (FERNANDES et al., 2015). O consumo crescente de produtos, juntamente com as mudanças no estilo de vida e o crescimento populacional em muitas partes do mundo causam a exploração e degradação desenfreada dos recursos naturais (CELLURA; LONGO e MISTRETTA, 2011). Nesse contexto, a sustentabilidade se caracteriza como a necessidade de uma relação mais harmoniosa entre o homem e a natureza, e o projeto sustentável procura a melhor compatibilidade possível entre ambiente construído e o natural, não comprometendo os requisitos funcionais (CASTRO; MATEUS e BRAGANÇA, 2016).

As atividades antropogênicas têm sido, de uma maneira generalizada, grandes poluidoras para o ar, a água e a terra. Quando liberados para o meio ambiente, produtos químicos tóxicos como metais

pesados, pesticidas e outros poluentes orgânicos, podem ser absorvidos pelos seres humanos e animais por contato dérmico, ingestão e inalação, levando a graves problemas de saúde. A liberação de produtos químicos também pode prejudicar sistemas ecológicos (HOU; TABBAA, 2014). Os esforços para minimizar o uso de produtos químicos perigosos e gerenciar sua exposição à população em geral está presente nos estudos dentro do campo da sustentabilidade ao redor do mundo. Os estudos demonstraram a presença de produtos químicos perigosos nos tecidos e no sangue da população em geral, incluindo produtos químicos que foram acumulados por décadas (HOU; TABBAA, 2014).

A seleção dos materiais sustentáveis, com foco na toxicidade vem ao encontro dos objetivos da Agenda 2030. Em setembro de 2015, os estados membros da Organização das Nações Unidas (ONU) adotaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um conjunto de metas globais para guiar o desenvolvimento internacional sustentável. Dentre os 17 objetivos e as 169 metas, da Agenda 2030 podem ser destacados: o "Item 3.9: até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e por contaminação e poluição do ar, da água e do solo" (ONU, 2015); e o "Item 12.4: até 2030, alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionalmente acordados" (ONU, 2015).

O objetivo do artigo é apresentar a *Red List*, lista de componentes químicos que deveriam ser banidos dos produtos da construção e, que pode ser utilizada no LEED para pontuação do critério de divulgação de ingredientes e otimização, da categoria de Materiais. Além de, analisar os danos à saúde humana, através de referências fornecidas pela própria lista, e verificar quais as normas brasileiras vigentes para cada classe de substâncias químicas.

2. A QUESTÃO DA TOXICIDADE NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

2.1 Indicadores de Sustentabilidade

Após a introdução do conceito de desenvolvimento sustentável, surgiu a necessidade de se realizar avaliações de desempenho para testar a viabilidade e o impacto dos produtos ou ações que pretendiam ser sustentáveis (ANDRADE, 2013). O desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade foi proposto pela Agenda 21, em 1992, como uma forma de construir uma base para a tomada de decisão nos mais diferentes níveis (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE, 2018). Desde então, vários países voluntariamente aderiram aos indicadores de sustentabilidade, e de tempos em tempos os países se reúnem na Comissão das Nações Unidas para discutir os resultados dos indicadores, fazer revisões e propor novas metas.

Baseadas nos indicadores foram criadas nas últimas décadas do século XX e início do século XXI, ferramentas de avaliação de sustentabilidade das construções. As ferramentas objetivam, entre outros aspectos, a redução dos impactos ambientais causados pela construção civil. A difusão e a utilização de ferramentas de avaliação da sustentabilidade contribuem para que o conhecimento não fique restrito apenas no campo das ideias ou no meio acadêmico, mas que ela se reverta em práticas, já que, entre outras características, proporciona aos projetistas uma base referencial e o incentivo às práticas desejáveis de sustentabilidade (BISSOLI-DALVI, 2014). Atualmente, as informações contidas nas ferramentas têm se tornado referência para projetos. E elas auxiliam, por exemplo, os projetistas a selecionarem de maneira mais eficiente e racional os materiais de construção

(BORTOLINI; BISSOLI-DALVI e ALVAREZ, 2015).

Do ponto de vista econômico e de produção, a indústria de materiais é de grande importância para a geração de empregos, impostos e impactos de âmbito social e ambiental. Dada à dimensão nacional e global dessa indústria, a preocupação com a seleção de materiais com base na sustentabilidade é um passo importante para o melhoramento na qualidade do produto, e daqueles que são afetados direta ou indiretamente por eles, ou seja, a grande parcela da população (JOHN; OLIVEIRA e LIMA, 2007). Diversos elementos tóxicos são lançados no ar, solo e água por meio da ação humana. Com o nível de conhecimento atual, é incontestável o reconhecimento das relações entre meio ambiente e saúde. Inúmeras são as possibilidades em que os problemas ambientais interferem direta ou indiretamente na saúde humana. Ao incorporar novas tecnologias, os materiais de construção trazem melhorias no modo de construir, entretanto, também produzem novos e complexos ambientes (FUCIC, 2012). Enquanto as construções do passado eram feitas de materiais naturais, as construções atuais podem conter combinações de substâncias químicas tóxicas e metais pesados. Essas substâncias são liberadas em elevadas quantidade para o interior das edificações, chegando até mesmo a contaminar a água que consumimos (PACHECO-TORGAL e JALALI, 2010).

2.2 Divulgação de ingredientes dos materiais

Uma das formas de tentar impedir que produtos químicos comprovadamente perigosos sejam utilizados nas edificações é através da divulgação do conteúdo de listas. Existem dois tipos principais de listas associadas a riscos químicos: Listas Substâncias Perigosas (LSP) e Listas de Substâncias Restritas (LSR). Elas podem ser utilizadas como ferramentas de auxílio aos projetistas para seleção de materiais, como também são utilizadas por governos para estabelecer normas ou quantificar o uso de determinadas substâncias em um material (BRESCANSIN et al., 2015; PHAROS, 2017).

Uma variedade de órgãos governamentais estaduais, nacionais e internacionais e as organizações não governamentais mantêm listas de substâncias químicas autorizadas. Estas são listas de substâncias das quais um órgão competente realizou uma revisão sistemática de evidências científicas e categorizaram as substâncias como tendo associação com um perigo específico para a saúde ou para o meio ambiente (BRESCANSIN et al., 2015). As LSPs apresentam substâncias tóxicas bioacumulativas persistentes e produtos químicos associados a algum dano à saúde humana, tais como substâncias carcinogênicas, tóxicas aos sistemas imunológicos ou reprodutivos, e que podem causar mutação das células. Por vezes, as listas também categorizam a força da evidência científica e a certeza do perigo (por exemplo, diferenciando se uma substância é um cancerígeno “conhecido” ou apenas “potencial”) (BRESCANSIN et al., 2015; PHAROS, 2017).

As LSR são principalmente ferramentas de gestão de produtos químicos utilizadas por governos, organizações sem fins lucrativos ou empresas. Estas listas, frequentemente, levam em consideração o 'ponto final' de onde a substância pode impactar e pode basear-se em outras listas autorizadas de perigos e avaliações preventivas da literatura científica (PHAROS, 2017). Um exemplo LSR é a *Restriction of Certain Hazardous Substances* (RoHS), diretiva da Comissão Europeia sobre o uso restrito de certas substâncias perigosas. Um exemplo de LSR sem fins lucrativos é a *Red List* - do *International Living Future Institute* - de produtos químicos que devem ser excluídos dos ambientes das edificações. (BRESCANSIN et al., 2015; LIVING, 2017).

O sistema internacional de certificação conhecido como *LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)* foi desenvolvido pelo *U.S. Green Building Council (GBC BRASIL, 2017)* em 1993, sendo atualmente a maior certificação de construções sustentáveis no mundo. A versão atual da ferramenta é a V4 (lançada em 2013), possui na dimensão Materiais e Recursos um critério denominado "Divulgação e otimização de produtos da construção- Ingredientes de Materiais". O critério incentiva a escolha de produtos que divulguem o conteúdo dos materiais, e que relatem os danos à saúde humana. O *LEED* recompensa os projetos que selecionam produtos em que os ingredientes químicos são inventariados utilizando uma metodologia aceitável, e por selecionar produtos que minimizem o uso e a geração de substâncias prejudiciais (CONFEC, 2018). Sem a divulgação completa da composição química, há uma dificuldade para que os projetistas e usuários consigam fazer escolhas mais saudáveis para os edifícios e pessoas.

3. METODOLOGIA

Um exemplo de Lista de Substâncias Restritivas que serve como meio de relatório para a obtenção do crédito de "Divulgação e otimização de produtos da construção- Ingredientes de Materiais" do *LEED* é a *Red List*. A lista criada pelo *International Living Future Institute* faz parte de uma organização sem fins lucrativos e é uma entidade parceira do USGBC (BRESCANSIN et al., 2015; LIVING, 2017). Embora exista no mercado um grande número de produtos que se declaram verdes, também há uma escassez de dados que respaldem essas alegações. Foi pensando na transparência e na necessidade de mais informações para consumidores comuns e projetistas selecionadores de materiais, que foi criada a *Red List*.

A *Red List* é uma lista dos produtos químicos e compostos a serem evitados, mas que são utilizados em produtos de construção. Desde a ideia da criação, até seu lançamento, em 2016, a lista levou cerca de 15 anos para ser desenvolvida e aprimorada. A abordagem da lista é um processo mais rápido e responsivo para os projetistas, baseado em um caminho para aprimorar resultados em relação à sustentabilidade dos materiais (LIVING, 2018). A *Red List* é voltada exclusivamente para materiais e produtos da construção civil. A lista possui 816 substâncias que estão divididas em 20 categorias. As substâncias listadas na ferramenta são ou cancerígenas, ou desreguladores do sistema endócrinos e/ou contribuintes para uma ampla variedade de doenças, cujos efeitos têm reconhecidos na área da saúde (WRIGHT, 2017). A primeira parte deste trabalho foi compilar informações, através de fontes e referências da utilizadas pela própria ferramenta¹, sobre os impactos na saúde humana sobre cada uma das 20 categorias de substâncias. A segunda etapa foi agrupar informações, obtidas através de pesquisas em literatura específica sobre a aplicação das substâncias em materiais de construção, impactos a saúde humana e a legislação brasileira vigente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O **Quadro 1** apresenta todas as categorias de substâncias da *Red List*, assim como a aplicação nos materiais da construção civil, os impactos que cada substância apresenta na saúde humana, de forma direta ou indireta. Também foram pesquisadas todas as legislações brasileiras vigentes para cada um dos componentes. Ainda que existam legislações para a maioria, muitas delas já possuem

¹ Lista completa da *Red List* e referências utilizadas pela ferramenta disponível em: <https://living-future.org/declare/declare-about/red-list/>.

mais de dez ou vinte anos, ou seja, estão defasadas. De uma forma geral elas não regulam o uso, comercialização e os níveis de exposição dos indivíduos a estes compostos, principalmente voltadas para os produtos da construção civil. As leis são de difícil acesso, pois são reguladas por diferentes agências e ministérios do governo, tais como, o Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, ANVISA, IBAMA, dentre outros.

Quadro 1 : Categorias de substâncias da *Red List* - aplicações, impactos e legislações.

Substâncias	Aplicação na construção civil	Impactos	Legislação Brasileira
Alquilfenóis	Aditivos de fabricação de plásticos, adesivos, retardadores de chama, tintas, vernizes, selantes.	Persistência; bioacumulação; alterações no sistema endócrino e reprodutivo; aumento do risco de câncer.	Não há legislação no país.
Amianto	Isolates térmicos, antifogo, telhados, pisos, juntas e revestimentos.	Asbestose (dano pulmonar); câncer de pulmão.	A Portaria MMA 43/2009 - proíbe o uso de qualquer tipo em obras públicas. Desde 2017: está proibida a extração, industrialização, comercialização e a distribuição.
Bifenilos Policlorados (PCB)	Plastificantes (dentre eles o PVC), revestimentos de superfície, tintas, adesivos, retardadores de chamas, tintas.	Alterações no fígado, nas funções reprodutivas e descamação na pele; cancerígeno.	Portaria Interministerial (MIC/MI/MME) 0019 de 19/1/1981 (revisada em 1997 e 2005) - proibido a produção, uso e comercialização. Exceção: equipamentos em operação, que usam PCBs como fluidos dielétricos podem utilizar este até o esvaziamento.
Bisfenol A (BPA)	Aditivo para rigidez, leveza e durabilidade em compostos plásticos. Presente em: policarbonato, policloreto de vinila (PVC), poliésteres, resinas epóxi, tubulações.	Bioacumulação; alterações no sistema endócrino e reprodutivo; aumento do risco de câncer.	Deve ser evitado o uso em qualquer utensílio que entre em contato com comida. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Cádmio	Baterias, estabilização de plásticos, soldagem, ligas metálicas, tintas (pigmento amarelo), conservação da madeira, revestimento anticorrosivo em estruturas metálicas, etc.	Alterações no sistema nervoso central e respiratório; associado ao câncer de pulmão; danos nos pulmões e rins; perda óssea; hipertensão.	A Resolução CONAMA nº401 de 2008 estabelece limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Chumbo	Pigmentos, tintas, soldas, vitrais, estabilizadores em materiais plásticos, isolamento de fio e PVCs.	Bioacumulação; alterações no sistema nervoso.	Lei Nº 11.762 de 2008 fixa em 0,06% o limite máximo permitido de chumbo em tintas imobiliárias e de uso infantil e escolar, vernizes e materiais similares. Não se aplica a restrição para: estruturas metálicas, tratamento anticorrosivo à base de pintura, artes gráficas (tintas de uso artístico).
Composto Orgânicos Voláteis (COV)	Tintas, vernizes, adesivos, pisos, tecidos, móveis.	Potencial cancerígeno (leucemia, câncer de pulmão, linfomas).	Tolueno: legislação apenas para cosméticos e proibição em produtos médicos. Benzeno: regulamentação interministerial determina o conteúdo de 1% de benzeno máximo no produto final colocado no mercado. Outras normas: NBR 11702:2010 - Tintas para construção civil - Tintas para edificações não industriais.

Quadro 1 (Cont.): Categorias de substâncias da *Red List* - aplicações, impactos e legislações.

Substâncias	Aplicação na construção civil	Impactos	Legislação Brasileira
Compostos Perfluoroclorados (PFC)	Para tornar os produtos mais resistentes à mancha, graxa e água. Utilizados em componentes de espumas de combate a incêndios, aditivo para revestimentos.	Persistência; ajudam no aquecimento global.	Restrição de uso conforme Protocolo de Montreal - desde 2010 é totalmente banida a produção de produtos com PFC, e até 2040 deve ocorrer a eliminação total de destes produtos (OBS: não pode produzir, mas pode importar).
Clorobenzeno	Solvente em tintas, vernizes e pesticidas.	Cefaleia, sonolência, náusea, dormência, espasmos musculares.	Resolução CONAMA Nº 023/1996 - dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, porém não é restringida a fabricação, uso ou comercialização.
Clorofluorocarbonos (CFC)	Expansivos de espuma de poliuretano, solvente orgânico, gases para refrigeração e propelentes em extintores de incêndio.	Potencialmente destruidores da camada de ozônio. Gases de efeito estufa.	Restrição de uso segundo o Protocolo de Montreal. A Portaria nº 29 do IBAMA de 4/5/1995 prevê o uso de CFC de forma controlada e até 2030 a eliminação total.
Cloropreno (Neoprene)	Gaxetas, para vedação de paredes e esquadrias, em juntas de expansão e como base antivibratória usadas para impermeabilização.	Persistência e bioacumulação.	Não há legislação no país.
Cromo VI	Cromagem de metais para decoração ou proteção, fabricação de aço inoxidável, agentes anticorrosivos para tintas, corantes e pigmentos têxteis, preservação de madeira.	Irritação nasal, problemas respiratórios e câncer nasal. A ingestão pode causar anemia e / ou tumores no estômago. O contato com a pele pode causar úlceras e reações alérgicas.	Não há legislação no país.
Formaldeído	Produtos de madeira compensada (como aglutinante), colas, adesivos e materiais de isolamento. Também é usado como fungicida industrial, germicida e desinfetante.	Olhos lacrimejantes, sensações de queimação nos olhos, nariz e garganta, tosse, náusea e irritação da pele. As exposições de longo prazo estão associadas a câncer nasal e leucemia.	RDC nº15:2013: restrições apenas para uso em cosméticos. Resolução 37/2008 da ANVISA: proibição na desinfecção e esterilização de artigos médicos hospitalares. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Ftalato	Aditivos para reduzir a rigidez dos materiais plásticos (incluindo o PVC), acabamentos em madeiras, adesivos, solventes, pisos vinílicos, papéis de parede.	Disruptores endócrinos; potencial cancerígeno; problemas no sistema reprodutivo.	Diversas normas regulamentam diferentes setores. Não há restrições para usos na construção civil.
Impregnantes de Madeira	Estruturas ou componentes de madeira	Câncer de pele; problemas no fígado e rins.	NBR 11702:2010 - Tintas para construção civil - Tintas para edificações não industriais
Mercúrio	Equipamentos eletrônicos para automação, lâmpadas fluorescentes, como conservante de madeira (anti-incrustante).	Problemas no sistema nervoso central; irritação na pele; olhos e vias respiratórias; além de ser cancerígeno.	Diversas normas regulamentam diferentes setores. Decreto nº 97.634/1989 do IBAMA: autoriza a importação e gerenciar a produção, a comercialização e o uso de mercúrio metálico.
Parafinas Cloradas de Cadeia Curta	Agente plastificante em tintas, adesivo, PVC, aditivos em pisos, revestimento de cabos, retardadores de chama a base de bromo.	Persistência; bioacumulação.	Não há restrição de uso para plastificantes e aditivos para tintas.

Quadro 1 (Cont.): Categorias de substâncias da *Red List* - aplicações, impactos e legislações.

Substâncias	Aplicação na construção civil	Impactos	Legislação Brasileira
Policloreto de Vinila (PVC)	Tubos, conexões, pisos vinílicos, calhas, portas, janelas, caixilhos, isolantes térmico, vedações, forros.	Problemas no sistema endócrino; cancerígeno.	Legislação apenas para embalagens de alimentos. Não há restrição de uso em outros tipos de materiais.
Polietileno	Tubos e conexões, materiais impermeabilizantes (como manta asfáltica).	Bioacumulação.	Não há legislação no país.
Retardadores de Chama Halogenados	Uso em produtos derivados do petróleo (plásticos e outros materiais sintéticos).	Danos nos rins e fígado; doenças cardiovasculares, potencial cancerígeno.	Não há legislação no país.

Fonte: Organizado pela autora, 2018.

Todas as categorias das substâncias listadas podem ser liberadas no ar em alguma fase do ciclo de vida do material (seja na extração, fabricação, transporte, uso, descarte e/ou reutilização). Nos ambientes externos, os poluentes são dispersos ao longo do dia, já nos ambientes confinados ou com trocas de ar insuficientes, as pessoas estão expostas a concentrações constantes de poluentes ao longo do período em que permanecem no local. Somente considerando os materiais de construção, estes podem ser responsáveis pela emissão de até 40% dos poluentes no edifício, permanecendo um curto tempo de vida no ambiente ou levando um longo período se manifestando (MISSIA et al., 2010). Dentre os compostos apresentados, pode ser destacado pelos efeitos nocivos ao ar interno das edificações: o amianto, os compostos orgânicos voláteis, ftalatos e os retardadores de chama halogenados.

O amianto corresponde a fibras minerais encontradas em rochas e solos com um comprimento de 5 µm e diâmetro inferior a 3 µm. Os três tipos mais comuns são: crocidolite (amianto azul), amosite (amianto marrom) e a crisotila (amianto branco) (PACHECO-TORGAL e JALALI, 2010). O material se popularizou rapidamente, sendo incluído em diversos materiais de construção, como isolates térmicos, antifogo, telhados, pisos, juntas e revestimentos (EPA, 2017). Todas as fibras minerais apresentam risco de câncer como asbestose (dano pulmonar devido à formação de ácido em uma tentativa do corpo para dissolver as fibras de amianto). Em geral, a exposição pode ocorrer na fabricação, ou quando o material que contém asbesto é desestabilizado ou danificado, liberando fibras para o ar (EPA, 2017).

Os Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) são solventes que podem estar contidos em diversos materiais de construção, entre eles tintas, vernizes, adesivos, etc. A base dos COVs é o carbono, e evapora em temperatura e pressão ambiente (PACHECO-TORGAL e JALALI, 2010). Segundo Salasar (2007), as tintas a base de solventes orgânicos chegam a emitir cerca de 520 vezes mais COVs do que as tintas a base de água. Dentre os compostos problemáticos liberados a partir de materiais de construção incluem: formaldeído, tolueno, xileno e benzeno, dentre outros. As substâncias emitidas durante a execução da pintura podem afetar a saúde dos trabalhadores, mas as emissões continuam durante anos após esse trabalho, ou seja, elas afetam a qualidade do ar interno das edificações, e continuam emitindo durante o período de ocupação do edifício, afetando seus usuários (LIU e LITTLE, 2012a; MERTEN et al., 2017).

Os ftalatos, e o grupo de compostos químicos derivados do ácido ftálico são dioxinas utilizadas como aditivos para reduzir a rigidez dos materiais plásticos e torná-los flexíveis (incluindo o PVC), também podem ser utilizados para dar acabamento em madeiras, como adesivos, solventes, inseticidas, pisos vinílicos, etc (LIU e LITTLE, 2012b; TOXTOWN, 2018). A exposição aos ftalatos ocorre através do ar, água ou comida. Para que a exposição aconteça, basta utilizar diretamente produtos que contenham a substância, ou respirando a poeira de ambientes que contenham materiais a base de ftalatos, como papéis de parede, pisos e tubos de PVC, ou ainda ingerindo água de encanamentos feitos a base de PVC (TOXTOWN, 2018).

Os retardadores de chama ajudam a controlar ou extinguir a propagação de chamas. O aumento do uso de produtos derivados do petróleo (plásticos e outros materiais sintéticos) torna o interior das construções mais combustível. Os aditivos adicionados aos retardadores de chamas têm alto calor específico, ajudando então a retardar a propagação de calor entre os compostos. O mais comum é a utilização de retardadores halogenados (ex.: cloro e bromo) (LIU e LITTLE, 2012b). As exposições ao material ocorrem ao longo do tempo com o desprendimento de partículas para o ar, uma vez que ele está na categoria dos Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOCs). (LIU e LITTLE, 2012b).

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A toxicidade dos materiais é um assunto amplo. Ela pode ser pensada ao longo de todo o seu ciclo de vida, no quanto afeta as pessoas que trabalham diretamente na produção do material, no impacto ambiental e econômico das comunidades do entorno desta produção, como também no quanto ele pode afetar as pessoas que de fato estarão em contato com os materiais por um longo período de tempo dentro dos ambientes onde eles serão utilizados, e os impactos relativos ao descarte ou reutilização. As informações sobre materiais de construção e seus possíveis efeitos perigosos, são limitadas (LEVIN, 2010), sendo que o conteúdo químico dos materiais de construção muitas vezes não é suficientemente específico e por vezes não está listado (WILT et al., 2011). Há também estudos limitados sobre a extensão da conscientização das partes interessadas sobre a existência e o risco de materiais de construção (WILLEM e SINGER, 2010). Sabendo então que a toxicidade do material é algo que impacta o meio ambiente e a saúde das pessoas, é uma atitude responsável entender como eles nos afetam, para então pensar numa forma mais saudável de selecioná-los.

As ferramentas de rotulagem, ou listas como a *Red List* constituem um passo importante para que os projetistas e até mesmo o público em geral entendam o que eles estarão consumindo e utilizando nas construções, apesar da dificuldade de se rotular um produto, as iniciativas neste sentido devem ser incentivadas. É importante destacar que o Brasil ainda não possui uma regulamentação obrigatória para rotulagem de materiais de construção, onde constem quais são os componentes de um determinado tipo de material, como também possui leis relativas a químicos incompletas e defasadas, pois fazem poucas restrições ao uso e quantificação destes componentes, além de serem pouco aplicadas a construção civil.

AGRADECIMENTOS

A pesquisa foi realizada com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



REFERÊNCIAS

AGENDA 2030 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas (ONU). 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acessado em: 15 ago. 2017.

ANDRADE, J. B. **Avaliação da Sustentabilidade do Edifício Solar XXI Utilizando a Metodologia SBTool**. Dissertação de Mestrado do Departamento de Engenharia, Universidade do Porto, 2013.

BISSOLI-DALVI, M. **ISMAS: A sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais**. Tese de doutorado do Programa de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Bío-Bío. Concepción (Chile), 2014.

BORTOLINI, G. G.; BISSOLI-DALVI, M.; ALVAREZ, C. E. A identidade visual nas ferramentas de avaliação de sustentabilidade: ênfase no ISMAS. In: Euro ELECS - Latin- American and European Conference of Sustainable Buildings and Communities, Guimarães, 21-24 Julho 2015. **Anais do EURO ELECS 2015**. Portugal: ELECS, 2015, p. 257-266.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construção-sustentável?tmpl=component&print=1>>. Acesso em: 25 jan. 2018a.

BRESCANSIN, A.; RUIZ, M. S.; GABRIEL, M. S.; SILVA, J. L. Restrição ao uso de substâncias perigosas (RoHS) no segmento de computadores pessoais: análise da estratégia de adoção pelos fabricantes estabelecidos no Brasil. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 10, nº 3, jul-set/2015, p. 35-51. DOI: 10.15675/gepros.v10i3.1281.

CASTRO, M. F.; MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Estratégia para a incorporação de impactes ambientais, sociais e económicos específicos num método de Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Saúde (HBSA)**. EURO ELECS 2015. **Anais...** Guimarães: 2016.

CELLURA, M.; LONGO, S.; MISTRETTA, M. (2011). The energy and environmental impacts of Italian households consumptions: an input-output approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 8, p. 3897-3908. doi: 10.1016/j.rser.2011.07.025.

CONFEC - Congresso Nacional de Eficiência em Edifícios. **76 Créditos do LEED**. Disponível em: <<http://www.confec.com.br/leed/>>. Acessado em: 20 jun. 2017.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Learn About Asbestos**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/asbestos/learn-about-asbestos#asbestos>>. Acessado em: 08 abr. 2017.

FERNANDES, J. L.; MUSSI, J. A. O.; MIRANDA, R. D.; SILVA, C. A. S.; CHARLES, M. R. **Um estudo de caso de sustentabilidade aplicada à construção civil conforme etiquetagem do programa PBE – Edifica**. **Revista Augustus**, v. 20, n. 40, p. 28-45, 2016.

FUCIC, A. I - 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.

GBC BRASIL. **Certificação LEED**. Disponível em: <<http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php?doc=CompreendaoLEED.png.zip>>. Acessado em: 26 jan 2018.

HOU, D.; TABBAA, A. **Sustainability: A new imperative in contaminated land remediation.** *Environmental Science & Policy*, 2014. v. 39, p. 25-34.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J.A.R. **Levantamento do estado da arte: seleção de materiais.** São Paulo [s.b.], 2007. Disponível em: <http://issuu.com/gcolombo/docs/pp_levantamento_do_estado_da_arte_sele_o_de_mate> Acessado em: 18 jun. 17.

LEVIN, H. **National Programs to Assess IEQ Effects of Building Materials and Products.** United States Environmental Protection Agency (EPA), 2010.

LIU, Z.; LITTLE, J.C. 4 - Materials responsible for formaldehyde and volatile organic compound (VOC) emissions. In: **Toxicity of Building Materials.** Woodhead Publishing Limitedp: p. 76-121, 2012 (a).

LIU, Z.; LITTLE, J. C. 5 - Semivolatile organic compounds (SVOCs): Phthalates and flame retardants. In: **Toxicity of Building Materials.** Woodhead Publishing Limited, p. 122–137, 2012 (b).

LIVING BUILDING CHALLENGE. **Living Building Challenge 3.1 - A vision Path to a Regenerative Future.** International Living Future Institute. Disponível em: <<https://living-future.org/lbc/>>. Acessado em: 30 jan. 2018.

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.

MISSIA, D. A.; DEMETRIOU, E.; MICHAEL, N.; TOLIS, E. I.; BARTZIS, J. G.. Indoor exposure from building materials: a field study. **Atmospheric Environment**, n. 44(35), p.4388-4395, 2010.

PACHECO-TORGAL F. P.; JALALI S. **A sustentabilidade dos materiais de construção.** Minho: TecMinho, 2010.

PHAROS PROJECT. Chemical & Material Library (CML). Disponível em: <https://www.pharosproject.net/uploads/files/library/Pharos_CML_System_Description.pdf>. Acessado em: 29 mar. 2018.

SALASAR, C. **Estudo sobre emissão de Compostos Orgânicos Voláteis COVs em tintas imobiliárias a base de solvente de água.** Dissertação de Mestrado em Química. Universidade Estadual de Londrina, 2007.

TOXTOWN - U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. Phthalates. Disponível em: <https://toxtown.nlm.nih.gov/text_version/chemicals.php?id=24>. Acessado em: 23 abr. 2018.

WILLEM, H.; SINGER B. C. **Chemical emissions of residential materials and products: Review of available information.** California: U. S. Dept. of Energy Building Technologies Program, 2010.

WILT, C. A.; MONACO, J. K.; GEIBIG, J. R.; HITE, A. **Identification and Analysis of Product/Chemical Exchange Information within the Building Product Setor.** University of Tennessee: The Center of Clean Products, 2011.

WRIGHT, J. A. **From Red List to Ready List.** Green Building Advisor. (2017). Disponível em: <<http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/guest-blogs/red-list-ready-list>>. Acessado em: 30 jan. 2018.