



GCV-2020 | 21

VII - Congresso Brasileiro sobre **Gestão do Ciclo de Vida**

Anais do VII Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida

Coordenação do Evento

Ana Carolina Badalotti Passuello

Editoração

Vinícius Gonçalves Maciel

Volume I

UFRGS
Gramado
2020

Comissão Organizadora

Presidente da Associação Brasileira de Ciclo de Vida

Gil Anderi da Silva (ABCV)

Coordenação do Evento

Ana Carolina Badalotti Passuello (UFRGS)

Comitê Científico e Técnico

Cássia Maria Lie Ugaya (UTFPR) – Coordenadora Comitê Científico

Yuki Kabe (BRASKEM) – Coordenador Comitê Técnico

Jaylton Bonacina de Araujo (UTFPR) – Apoio Comitê Científico

Aldo Roberto Ometto (USP)

Assed Naked Haddad (UFRJ)

Breno Barros Telles do Carmo (URFN)

Clandio Favarini Ruviano (UFGD)

Diogo Aparecido Lopes Silva (UFSCAR)

Ênio Leandro Machado (UNISC)

Fernanda Belizario Silva (IPT)

Fernando Rodrigues Teixeira Dias (Embrapa)

José Adolfo de Almeida Neto (UESC)

Luciano Rodrigues (UESB)

Luiz Alexandre Kulay (PQI-EPUSP)

Malaquias Zildo Antonio Tsambe (UFRGS)

Marcella Ruschi Mendes Saade (TU Graz)

Maria Cléa Brito de Figueiredo (EMBRAPA)

Marília Folegatti (EMBRAPA)

Renzo Mori Junior (IPT)

Thiago Oliveira Rodrigues (IBICT)

Tiago Braga (IBICT)

Vanessa Gomes Da Silva (UNICAMP)

Yara de Souza Tadano (UTFPR)

Comitê Organizador Local

Ângela Danilevicz (UFRGS)

Cláudia Glitzenhirn (UFRGS)

Janaína Timm (UFRGS)

Juliana Klas (UFRGS)

Matheus Mainardi (UFRGS)

Rafael Zortea (IFSUL)

Vinícius Maciel (UFRGS)

Editoração

Vinícius Gonçalves Maciel (UFRGS)

Catálogo na Publicação (CIP)

C749 Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida (7. : 2021 : Gramado, RS)

Anais do VII Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida : volume 1 [recurso eletrônico] / Organização do evento Ana Carolina Badalotti Passuello; editoração Vinícius Gonçalves Maciel. – Gramado : UFRGS, 2020. 672 f. : il.

Data do evento: 28 de setembro a 01 de outubro de 2021.
Modo de acesso: www.ufrgs.br/qcv2020.

ISBN 978-65-86232-90-5

1. Gestão do ciclo de vida. 2. Economia circular. 3. Bioeconomia. 4. Avaliação do ciclo de vida. 5. Inventário do ciclo de vida. 6. Gestão ambiental. 7. Avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida. I. Passuello, Ana Carolina Badalotti, coord. II. Maciel, Vinícius Gonçalves, edit. III. Título.

CDU 504

Elaborada pela Biblioteca do Campus Litoral Norte da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Avaliação de cenários alternativos de circularidade para o mobiliário de loja do segmento de varejo

Joana Giugliani^{1,2}

Natália Reguly¹

Vinícius Maciel^{1,2}

Ana Passuello^{1,2}

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGCI - UFRGS)

² LIFE Sustainability- Life cycle and innovation for the built environment

jgiugliani@gmail.com

Resumo

Enquanto o modelo da Economia Circular (EC) ganha evidência, a obsolescência potencial do ambiente construído, juntamente com padrões lineares de produção e consumo, é discutida e questionada. Neste sentido, o projeto de interiores comerciais para varejo apresenta uma vida útil pequena e o seu ciclo de substituição ocorre com frequência relevante. O setor da construção civil, por sua vez, responde por uma parcela significativa na geração de impactos ambientais, contribuindo consideravelmente com emissões de gases nocivos, depleção de recursos naturais e outros impactos, tornando-se, com isso, um importante alvo para melhorias. Mesmo assim, há poucos estudos que dedicaram considerar o ambiente de varejo e o mobiliário empregado. Assim, o mobiliário, como um item indispensável no projeto das lojas e sujeito à obsolescência (técnica ou estética) é explorado neste estudo como uma oportunidade de melhoria ambiental. Portanto, este estudo foca na avaliação de cenários de circularidade do mobiliário, identificado como um hotspot ambiental no ciclo de vida de uma loja do segmento de varejo. Assim, uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), do berço ao túmulo, de um espaço varejista, foi conduzida considerando o Módulo D. Dados primários foram obtidos a partir de uma cadeia de lojas de varejo e dados

secundários da literatura foram empregados para simulação de cenários de fim de vida. Os resultados demonstram que o mobiliário deve ser contemplado em estudos de ACV e que seu tempo de vida em lojas de varejo é de 10 anos. Cenários de circularidade demonstram que a reciclagem de MDF e metais presentes no mobiliário pode reduzir os impactos em até 32% em relação aos impactos totais do ciclo de vida dos espaços de varejo. Portanto, a obsolescência do mobiliário tem considerável impacto sobre o ciclo de vida dos ambientes de varejo. Por outro lado, medidas envolvendo a perspectiva da circularidade são fundamentais na busca de melhorias significativas no desempenho ambiental dos espaços de varejo.

Palavras-chaves: Avaliação do Ciclo de Vida, módulo D, reciclagem, economia circular.

Introdução

A construção e operação dos edifícios é responsável por impactos ambientais relevantes, que ocorrem, predominantemente, devido ao consumo de recursos, geração de resíduos e das emissões de gases de efeito estufa (Aye et al., 2012). Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), cidades tendem a absorver cada vez mais habitantes, estimando-se que 70% da população mundial viverá em cidades até 2050. Logo, ações focadas no desenvolvimento de edificações sustentáveis são fundamentais na melhoria das condições urbanas e no desenvolvimento sustentável.

Em geral, edifícios sofrem mais reformas em todos os seus sistemas do que normalmente previsto, aumentando consideravelmente os seus impactos de ciclo de vida (Slaughter, 2010). No

entanto, edifícios utilizados por lojas do segmento varejista podem ter impacto ambiental ainda mais significativo. Segundo Fieldson e Rai (2009), esses espaços são submetidos a um número superior de reformas em decorrência de sua obsolescência por tendências de moda ou estratégias de venda, entre outros fatores. Assim, a vida útil remanescente dos produtos é desperdiçada, já que, normalmente, são substituídos antes do fim da vida útil do projeto. Sendo assim, é comum, neste tipo de segmento, haver uma substituição antecipada do mobiliário em decorrência da obsolescência. Por outro lado, a disponibilidade de estudos que avaliaram o desempenho ambiental considerando o mobiliário ainda é limitada.

Nesse cenário, o interesse pela economia circular emerge como meio de reduzir os impactos ambientais específicos do setor da construção civil, garantindo, também, seu crescimento econômico contínuo (Eberhardt et al., 2019). Existem muitas estratégias para integrar um projeto a premissas da EC. Entre elas estão reciclagem, reuso, gestão de resíduos, extensão da vida útil, desmontagem, remanufatura, entre outras (Simone; Alberg, 2019). No entanto, para serem determinadas como oportunidades de melhoria de desempenho ambiental, é necessária uma avaliação que quantifique impactos potenciais associados ao produto (Castro; Pasanen, 2019). Nesse contexto, a ACV desempenha um importante papel para avaliar as ações cíclicas em diferentes níveis. Para edificações, a ACV é capaz de responder a

problemas particulares da EC, como a avaliação de cenários de reuso e reciclagem de materiais e recuperação de energia, entre outros (Bertin et al., 2019).

As diretrizes para o desenvolvimento da técnica de ACV para edificações são definidas na norma europeia CEN EN 15978, parte de um conjunto de regulações desenvolvidas por CEN TC/350 para promover a sustentabilidade de edifícios. Ela representa um guia metodológico para a condução de estudos específicos e organiza o ciclo de vida do edifício em quatro módulos principais, que compõem os quatro estágios do ciclo de vida – Produção (A1–3), Construção (A4-5), Uso (B1-7) e Fim de vida (C1-C4). Essas etapas e módulos abrangem de A1 a C4 os impactos e aspectos ambientais desenvolvidos dentro dos limites do sistema, enquanto o módulo D cobre benefícios e cargas que ultrapassam os limites do sistema, atribuídos a processos de reciclagem, reuso e recuperação de energia (Soust-Verdaguer; Llatas; García-Martínez, 2016; Takano et al., 2015).

Com o atual foco político na eficiência de recursos e na EC, a consideração da reciclagem e do reuso na ACV está se tornando cada vez mais importante. Para esse fim, um módulo complementar, o chamado Módulo D, foi desenvolvido para reportar aspectos ambientais adicionais resultantes da fase final da vida útil. Cabe mencionar que a obrigatoriedade de inclusão do módulo D em Declarações Ambientais de Produto (DAP) foi aprovada em adenda da norma CEN EN 15804 em junho de

2019 (Leroy et al., 2019). Contudo, avaliando a importância relativa do módulo D em estudos para edificações, Delem e Wastiels (2019) colocam que, na prática, o módulo D foi raramente incluído nos estudos de ACV desenvolvidos até então. Mesmo assim, concluem que a contribuição do módulo D pode ser significativa. Marzouk e Azab (2014) reforçam os benefícios da reciclagem em relação à disposição em aterro, considerando aspectos ambientais, relacionados aos impactos evitados, e aspectos econômicos.

Assim, práticas relacionadas à EC podem ser um caminho para minimizar os impactos dessa tipologia construtiva. A EC que, por princípio, prioriza manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade (EMAF, 2015), opõe-se à obsolescência potencial associada ao ambiente construído. Assim, a adoção de iniciativas circulares, que podem ser determinadas ainda na fase de projeto das edificações, é fundamental para aumentar a quantidade de material com potencial de reaproveitamento futuro, fornecendo, com isso, benefícios ambientais que contribuem para reduzir os impactos totais do ciclo de vida dos edifícios Ghisellini; Ripa; Ulgiati (2018).

Portanto, neste estudo, cenários alternativos de reciclagem do mobiliário são avaliados no âmbito da economia circular, para uma tipologia de loja do segmento varejista. Assim, uma ACV, do berço ao túmulo, contemplando o módulo D é conduzida. Os resultados deste estudo demonstram que ações envolvendo a EC são

fundamentais para minimizar os impactos relacionados à obsolescência no setor varejista.

Método

Objetivo e Escopo

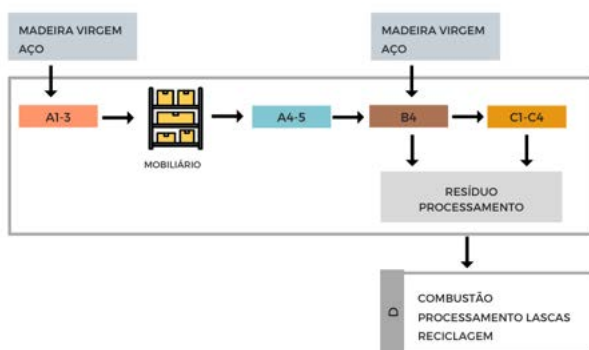
O estudo propõe a avaliação de cenários alternativos de reciclagem de mobiliário empregado em loja de varejo a partir dos resultados de uma ACV, do berço ao túmulo, realizada para uma tipologia de loja do segmento varejista, conforme demonstrado na Figura 1. Para tanto, um cenário base que contemplou o ambiente de varejo é tomado como referência. Nele, todo o mobiliário substituído e descartado foi encaminhado a aterros.

A loja avaliada está localizada no interior de um centro comercial, cuja estrutura e instalações prévias fornecidas pelo centro comercial não são consideradas no estudo. O ambiente conta com um pavimento e área interna total de 204,51 m².

A unidade funcional definida para o estudo é um (01) metro quadrado (m²) de área de vendas considerando seu uso ao longo de 50 anos. A escolha da unidade funcional justifica-se em função de o m² ser comumente utilizado como base da unidade funcional de diversos estudos de ACV para edifícios (Anand; Amor, 2017; Hong et al., 2018; Moraga, 2017; Morales et al., 2017; Morales et al., 2019; Saade et al., 2014). Embora estudos indiquem que a vida útil de uma loja de varejo é inferior a de outros setores de edificações (Farreny; Gabarrell; Rieradevall, 2008; Fieldson; Rai, 2009; Gimeno-Frontera et

al., 2018), a vida útil de 50 anos é considerada no estudo, pois permite um ciclo razoável de manutenções e substituições dos componentes de construção.

Figura 1 - Sistema de produto para os cenários alternativos de reciclagem do mobiliário. A1-3: Extração e Produção de Materiais de Construção; A4-5: Processo de Construção; B4: Substituição; C1-C4: Fim de Vida; D: Benefícios e Cargas além do sistema de produto.



Fonte: os autores. Adaptado de Takano, 2015.

Análise de inventário

Dados primários e secundários foram obtidos junto a uma empresa do segmento varejista e contemplaram todas as fases do ciclo de vida de um edifício. Também foram obtidos dados qualitativos e quantitativos relacionados ao módulo D (CEN, 2013) e ao uso e substituição do mobiliário. Essas etapas contemplaram análise de projetos, tempo de substituição, origem e destino dos materiais residuais. Para o cenário base não foi considerada a perspectiva de economia circular, uma vez que, segundo a

empresa não há ações que visem o reaproveitamento dos materiais substituídos. Dados secundários foram coletados da literatura para condução dos cenários de circularidade avaliados.

Construção dos cenários

Foram elaborados cenários alternativos relativos à modelagem de fim de vida do mobiliário, componente fundamental no projeto de uma loja e, neste estudo, considerado um “hotspot” ambiental, com 34% de participação nos impactos totais incorporados da mesma. O mobiliário desempenha importante função no projeto de uma loja e, por isso, é alvo de substituições recorrentes. No caso da loja avaliada, o mobiliário misto, substituído totalmente a cada 10 anos, é constituído individualmente pelo composto de madeira MDF (*Medium Density Fiberboard*), ou aço pintado ou cromado, ou uma combinação desses componentes. Atualmente, todo o mobiliário misto desta tipologia de loja é destinado a aterros. Embora, sob a ótica conceitual da EC, a reciclagem não seja tão ambientalmente eficiente quanto a manutenção, o reuso e a remanufatura, optou-se por considerá-la neste estudo, dada a sua fácil implementação.

Para o estudo de caso, são quantificados, separadamente, os materiais que compõe o mobiliário, divididos em dois grupos principais: MDF e metal. Para cada grupo, são propostos cenários alternativos, considerando diferentes percentuais do resíduo gerado nas etapas de

Construção (A5), Manutenção (B4) e Demolição (C1), com encaminhamento para a reciclagem. Nos cenários, o percentual remanescente encaminhado para aterro é resultante de uma triagem inadequada ou de contaminação com outros resíduos, impossibilitando a sua reciclagem:

- i) *Cenário 1: 95% do resíduo é encaminhado para a reciclagem, sendo os 5% restantes encaminhados para aterro*
- ii) *Cenário 2: 50% do resíduo é encaminhado para a reciclagem, sendo os 50% restantes encaminhados para aterro.*

Para o MDF, é explorado um cenário alternativo de recuperação de energia, considerando que o resíduo encaminhado para reciclagem é transformado em cavaco para queima e então queimado para fins de geração de energia térmica. Então, são comparados os impactos da queima do cavaco originado do resíduo de MDF com os impactos da queima de um cavaco de madeira virgem. Os dados de queima do MDF foram adquiridos da DAP, utilizada para os dados do estudo, enquanto os dados de queima do cavaco de madeira virgem foram obtidos a partir da base *Ecoinvent*. O segundo cenário do MDF trata de um processo de beneficiamento do MDF, transformando-o em lascas. Esse processo substitui a produção de lascas de madeira virgem, que por sua vez dará origem a outros produtos.

Para o metal, os cenários alternativos correspondem a processos de reciclagem encontrados em estudo desenvolvido por Haupt, Kägi e Hellweg (2018), que apresentaram um conjunto de 190 inventários de coleta, triagem e reciclagem para diversos tipos de resíduos sólidos municipais, que foram desenvolvidos para o estudo ou adaptados para o contexto regional da Suíça.

Para o cálculo dos impactos totais foi feita a divisão dos benefícios ou cargas da reciclagem - soma dos benefícios de mdf queima, mdf lascas e metal - do cenário considerado, pelo impacto do ciclo de vida, sendo possível obter a porcentagem de benefício ou carga da reciclagem em relação aos impactos do ciclo de vida para cada categoria de impacto avaliada.

Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida

Para modelagem e caracterização dos impactos ambientais, utilizou-se o software de ACV *OpenLCA* v1.7.2 (GREENDELTA, 2016). Por fim, para o cálculo dos impactos totais, os resultados caracterizados foram somados aos resultados presentes nas DAPs utilizando o software Microsoft Excel (MICROSOFT, 2016), onde foi realizada a combinação dos resultados. CML 2001 v4.4 *baseline* foi empregado como método de caracterização de impactos. O CML é comumente utilizado em estudos de ACV e DAPs para o setor da construção civil, pois contempla as categorias de impacto indicadas pela norma (CEN, 2013), portanto, consideradas para este estudo.

Neste estudo para o cenário base, considerou-se que os resíduos gerados nas etapas de Construção (A5), Uso (B4) e Fim de vida (C1) foram, em sua totalidade, encaminhados para aterros.

Para o cálculo do módulo D nos cenários alternativos de reciclagem, foram seguidas premissas da norma CEN EN 15804, que define impactos líquidos como impactos conectados ao processo de reciclagem que substituem a produção primária, menos os impactos que produzem o produto primário substituído. Sendo assim, considera-se que todos os impactos ocorridos antes da triagem são atribuídos ao módulo C e todos os impactos e benefícios que ocorrem após esse ponto são atribuídos ao módulo D. Todos os impactos da disposição em aterros são alocados são designados ao módulo C4 (descarte), enquanto os benefícios do impacto evitado da produção convencional de calor e eletricidade são contabilizados no módulo D.

Os benefícios foram calculados a partir do impacto evitado (CEN, 2013), em que se deduz, de um processo padrão de produção de aço, os impactos do processo de reciclagem dos materiais até o ponto de substituição, ou equivalência funcional, incluídos no Módulo D. No caso do MDF, os benefícios foram calculados deduzindo-se da combustão de biomassa de madeira virgem, os impactos da combustão do cavaco de madeira reciclada (MDF). Nessa abordagem, os benefícios são contabilizados em separado e podem ser aproveitados em outro

processo, o qual utiliza os materiais com conteúdo reciclado.

Resultados e discussão

Apesar do objetivo deste estudo não ser explorar o cenário base (em que não há ações de aproveitamento de materiais substituídos), cabe destacar, que o mobiliário apresentou 34% dos impactos do ciclo de vida do espaço varejista (Giugliani, 2019). Considerando isoladamente os impactos associados à geração de resíduos nas etapas de Construção (A5), Uso e Manutenção (B4) e Fim de Vida (C1), a etapa de Uso e Manutenção é responsável por grande participação nos impactos gerados. Logo, esse resultado está diretamente associado ao número de substituições totais dos sistemas e materiais e oferece uma oportunidade para introdução de medidas de circularidade voltadas para o ciclo de vida da loja, sendo o foco principal deste estudo.

Os cenários de circularidade demonstram que, dependendo da categoria de impacto e do material considerado, a contribuição relativa do módulo D varia consideravelmente, conforme é possível observar nas Tabelas 1 e 2, a partir de um gradiente de cor, em que o verde representa o maior benefício, passando pelo amarelo (médio benefício) e o vermelho o menor benefício. Como pode ser observado na Tabela 1, em que 95 % dos resíduos é destinado para reciclagem, há uma redução de até 32 % dos impactos na categoria de impacto depleção da camada de ozônio. Além disso, melhores resultados podem ser obtidos a partir de práticas da economia

circular com menos processos e operações envolvidos, como, por exemplo, o reuso (EMAF, 2015). Segundo Minunno et al., (2020), os benefícios ambientais das práticas de reuso podem superar os benefícios da reciclagem. Os autores concluem que projetar e construir com componentes de reuso compensa as emissões de gases de efeito estufa em 88% em comparação a uma construção convencional, além de beneficiar vários outros indicadores ambientais.

Os resultados também indicam um potencial significativo de redução dos impactos totais, na maior parte das categorias de impacto consideradas. Uma avaliação sobre os resultados permite perceber que eles diferem bastante tanto pela categoria de impacto quanto pelo material avaliado. Cabe ressaltar que o uso de dados agregados, no caso de DAPs, conferem uma limitação ao estudo dos cenários alternativos de reciclagem, pois, enquanto não considera o sequestro de carbono para o MDF, considera-o para madeira virgem, causando desvantagem no uso do material reciclado tanto para combustão como para a produção de lascas. Ainda assim, pode-se dizer que o MDF (modelo para produção de lascas) é o material que mais contribui para evitar impactos, chegando a uma redução 31,6% dos impactos referentes à categoria de Depleção da Camada de Ozônio.

Com isso, os cenários alternativos de reciclagem, apenas para o mobiliário composto de MDF e aço de diversas combinações, indicaram um caminho potencial para a redução dos impactos

totais do ciclo de vida da edificação. Isso indica que, caso desenvolvidos cenários de circularidade a partir da reciclagem para outros materiais, como sistemas estruturais, os ganhos ambientais poderiam ser ainda maiores. A exemplo disso, um estudo na cidade de Viena comprovou que o consumo anual de minerais de construção de 4,5 milhões de toneladas pode ser reduzido em 32% a partir da implementação da gestão de resíduos, incluindo iniciativas de redução na geração de resíduos, reuso e reciclagem (LEDERER et al., 2020).

Com os resultados da análise para o MDF, constata-se que selecionar materiais que sequestram carbono por longos períodos pode ser uma maneira de reduzir a CO₂ incorporado de um projeto (Densley; Meng, 2011).

Tabela 1 - Percentuais de variação de impacto relativos ao ciclo de vida da Loja para C1, em que 95% do resíduo é encaminhado para a reciclagem. Valores negativos indicam redução de impactos.

Categorias impacto	MDF LASCAS	METAL	TOTAL
Acidificação	-15,8%	-0,2%	-15,9%
Aquecimento Global	37,6%	-0,7%	36,9%
Depleção de rec. Abióticos-elementos	-3,1%	8,7%	5,6%
Depleção de rec. Abióticos-fósseis	-12,7%	0,7%	-12,0%
Eutrofização	-9,2%	-0,8%	-10,0%
Depleção da Camada de Ozônio	-35,6%	4,0%	-31,6%
Formação de Ozônio Fotoquímico	-5,6%	-0,6%	-6,3%

Categorias impacto	MDF QUEIMA	METAL	TOTAL
Acidificação	-4,7%	-0,2%	-4,9%
Aquecimento Global	88,3%	-0,7%	87,6%
Depleção de rec. Abióticos-elementos	-1,4%	8,7%	7,3%
Depleção de rec. Abióticos-fósseis	-1,1%	0,7%	-0,4%
Eutrofização	-4,2%	-0,8%	-5,1%
Depleção da Camada de Ozônio	-2,9%	4,0%	1,1%
Formação de Ozônio Fotoquímico	-3,0%	-0,6%	-3,6%

Tabela 2 - Percentuais de variação de impactos relativos ao ciclo de vida da Loja para C2, em que 50% do resíduo é encaminhado para a reciclagem. Valores negativos indicam redução de impactos.

Categorias impacto	MDF LASCAS	METAL	TOTAL
Acidificação	-8,3%	-0,1%	-8,4%
Aquecimento Global	19,8%	-0,4%	19,4%
Depleção de rec. Abióticos-elementos	-1,6%	4,6%	3,0%
Depleção de rec. Abióticos-fósseis	-6,7%	0,4%	-6,3%
Eutrofização	-4,8%	-0,4%	-5,3%
Depleção da Camada de Ozônio	-18,8%	2,1%	-16,6%
Formação de Ozônio Fotoquímico	-3,0%	-0,3%	-3,3%

Categorias impacto	MDF QUEIMA	METAL	TOTAL
Acidificação	-2,5%	-0,1%	-2,6%
Aquecimento Global	46,5%	-0,4%	46,1%
Depleção de rec. Abióticos-elementos	-0,7%	4,6%	3,8%
Depleção de rec. Abióticos-fósseis	-0,6%	0,4%	-0,2%
Eutrofização	-2,2%	-0,4%	-2,7%
Depleção da Camada de Ozônio	-1,6%	2,1%	0,6%
Formação de Ozônio Fotoquímico	-1,6%	-0,3%	-1,9%

No cenário nacional, a possibilidade de reciclagem do MDF para fins de produção de novas chapas é ainda limitada. Com isso, embora controlado por diretrizes ambientais, a utilização do cavaco de MDF para queima, é a solução mais usual a parte da destinação para aterros. Segundo Araújo (2012), O MDF é um material com grande potencial para o fechamento do ciclo, no entanto devem ser superadas barreiras como a utilização de resinas nocivas à saúde em sua composição e o descarte fragmentado dos móveis. Ainda, coloca que a fibra reciclada tem potencial para substituir a fibra virgem sem perda de qualidade, porém as tecnologias necessárias para a recuperação das fibras não são habituais no Brasil.

Destaca-se ainda que a declaração do módulo D, apesar de opcional para os estudos de ACV, com exceção de DAP, apresenta considerável relevância, pois reconhece o conceito de “projeto para reuso, reciclagem e recuperação” em edifícios, indicando os benefícios potenciais do uso evitado de materiais e combustíveis primários, levando em consideração as cargas associadas aos processos de reciclagem além do ciclo de vida.

Conclusões

A reciclagem do MDF e metal presentes nos mobiliários reduzem o impacto ambiental em todas as categorias de impacto avaliadas, com exceção da categoria de impacto aquecimento global, pois, para o MDF, não é considerada a absorção de carbono da forma como é feito para a madeira virgem.

Logo, esses resultados revelam que medidas como reuso, reparo e manutenções dos sistemas podem ser promissoras para a redução de impactos potenciais e para a transição para a Economia Circular.

A possibilidade de reciclagem do MDF, a partir da transformado em lascas apresenta a melhor alternativa de reciclagem. Por outro lado, o estudo demonstra que a reciclagem do MDF contribui negativamente para aquecimento global, já que o uso de MDF recuperado acaba por não levar em consideração o sequestro de carbono na modelagem do estudo de ACV. Além disso, a queima do MDF, para gerar energia,

pode aumentar em até 88% as emissões de CO₂eq. no ciclo de vida dos espaços avaliados. No entanto, o uso de dados agregados não considera o sequestro de carbono para o MDF, considerando-o para madeira virgem, causando desvantagem no uso do material reciclado.

Por fim, os resultados deste estudo demonstram que ações contemplando as premissas da EC são fundamentais para o setor de varejo e devem contemplar o mobiliário destes espaços.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições que apoiam os pesquisadores envolvidos neste estudo: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS e aos revisores dos artigos do GCV 2020.

Referências bibliográficas

- ANAND, C. K.; AMOR, B. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(2017). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.058>
- ARAÚJO, G. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Desafios para aplicação da metodologia do Berço ao berço ao ciclo de vida de móveis de MDF e MDP (2012).
- BERTIN, I. et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (2019). doi:10.1088/1755-1315/323/1/012020
- AYE, L. et al. *Energy & Buildings* (2011).<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.11.049>
- CASTRO, R; PASANEN, P. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (2019). doi:10.1088/1755-1315/225/1/012019
- DELEM, L; WASTIELS, L. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (2019). doi:10.1088/1755-1315/290/1/012042
- DENSLEY, D.; MENG, T.. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* (2011). <http://dx.doi.org/10.1680/ener.2011.164.4.195>
- EBERHARDT et al.. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

Science (2019). doi:10.1088

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Ellen Macarthur Foundation. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>>. Acesso em: 05 mar. 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDISATION (CEN). Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. EN 15804+A1. Bruxelas. CEN, 2013.

FARRENY, R.; GABARRELL, X.; RIERADEVALL, J. *Energy Policy* (2008). doi:10.1016/j.enpol.2008.02.013

FIELDSON, R.; RAI, D. *Journal of Retail & Leisure Property* (2009) 8,(2009). doi: 10.1057/rlp.2009.16

GHISELLINI, P.; RIPA, M.; ULGIATI, S. *Journal of Cleaner Production* (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>

GIMENO-FRONTERA, B. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2018). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.027>

GIUGLIANI, J. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Contribuição para avaliação de impactos ambientais do ciclo de vida de lojas do segmento de varejo no contexto da Economia Circular (2019).

HAUPT, M.; KÄGI, T.; HELLWEG, S. *Data in Brief* (2018). <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.035>

HONG, J. et al. *Resources , Conservation & Recycling* (2018). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.016>

LEDERER, J. et al. *Resources, Conservation and Recycling* (2020)<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104942>

LEROY, C. et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (2019). doi:10.1088/1755-1315/323/1/012049

MARZOUK, M.; AZAB, S. *Resources , Conservation and Recycling* (2014). <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.015>

MINUNNO, R. et al. *Resources, Conservation and Recycling* (2020). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104855>

MORAGA, G. L. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avaliação do Ciclo de Vida e simulação termoenergética em unidade habitacional unifamiliar do Programa Minha Casa Minha Vida (2017).

MORALES, M. et al. *Impacts of Functional Unit in Social Housing LCA: a Brazilian case Study. VII International Conference in Life Cycle Assessment in Latin America (Cilca)* (2017). pp 210-213

MORALES, M et al. *Journal of Cleaner Production* (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117869>

RUSCHI, M.; SAADE, M.; GOMES, V. *Smart and Sustainable Built Environmen*(2014). DOI 10.1108/SASBE-04-2013-0024

SIMONE, H.; ALBERG, M. *Journal of Cleaner Production* (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531>

SLAUGHTER, E. S. *Research & Information* (2014). <http://dx.doi.org/10.1080/09613210010027693>

SOUST-VERDAGUER, B.; LLATAS, C.; GARCÍA-MARTÍNEZ, *Building and Environment* (2016). <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.014>

TAKANO, A. et al. *Building and Environment* (2015). <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.001>