



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)

Janaíne 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 do desempenho ambiental de sistema de isolamento térmico externo tipo EIFS em fachada de edificação em Light Steel Frame

Ruane Fernandes de Magalhães¹

Fernando Henrique Lermen¹

Ana Carolina Badalotti Passuello²

Ângela de Moura Ferreira Danilevicz²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Escola de Engenharia, UFRGS.
ruane.magalhaes@gmail.com

Resumo

Os impactos ambientais resultantes das atividades da construção civil têm se tornado preocupantes com a intensificação do processo de desenvolvimento das cidades e a necessidade de infraestrutura para atendimento das demandas populacionais. Embora diversos estudos tenham explorado a melhoria de eficiência energética das edificações, como contribuição à redução de seus impactos ambientais, persiste ainda uma importante lacuna de conhecimento relacionada ao desempenho ambiental dos componentes de sistemas de isolamento, os quais atuam como agentes de otimização da eficiência energética das construções. Assim, este estudo objetivou a identificação de oportunidades de melhoria ambiental em sistemas de isolamento térmico externo, por meio da ferramenta de Avaliação do Ciclo de Vida, com base no sistema External Insulation and Finish System. Para tanto, a avaliação considerou os potenciais impactos ambientais associados ao emprego desse sistema na fachada de uma edificação residencial unifamiliar, estruturada em Light Steel Frame, localizada no sul do Brasil. Como método de trabalho, foram empregadas as etapas obrigatórias previstas na norma ISO 14040/2009, em uma díade de abordagens, do berço ao túmulo no cenário do aterro e do berço ao berço no cenário de reciclagem, desconsiderando-se a etapa de uso e

manutenção da edificação. As avaliações de impacto utilizaram os métodos CED, CML-IA e IPCC 2013. Na maioria das avaliações, foi verificada importante contribuição da tela de aço galvanizada e da produção do polímero de estireno para os impactos. Os impactos da tela se deveram principalmente ao Zinco e da placa ao refino de petróleo. A argamassa também apresentou relevância, semelhante ao apresentado em estudos com outros tipos de isolamento de fachada. A redução de impactos potenciais, promovida pela reciclagem dos componentes, foi mais expressiva no método CED, demonstrando sua relevância na otimização de aspectos ambientais relacionados à energia no sistema de isolamento térmico.

Palavras-chaves: Avaliação do ciclo de vida de edificações, Sistema de isolamento térmico, External Insulation and Finish System (EIFS), Isolamento térmico de fachada.

Introdução

O uso de materiais de isolamento na envoltória de edificações para melhorar seu desempenho térmico tornou-se um meio importante para redução do consumo de energia (Batard et al., 2018; Jia et al., 2018; Huang et al., 2020). Os materiais de isolamento térmico tradicionais são compostos, principalmente, por isolamento orgânico e inorgânicos. Os sistemas compostos de isolamento térmico externo têm sido utilizados em edifícios há várias décadas, devido às suas vantagens térmicas, baixo custo e facilidade de aplicação (Barreira & Freitas, 2013; Zhou et al., 2018). O sistema de revestimento é feito de diferentes camadas, e para garantir o desempenho adequado do sistema, são empregados sistemas multicamada, em que os componentes sejam compatíveis entre si (Papadopoulos, 2005; Potrč et al., 2016).

Os benefícios ambientais obtidos por esses sistemas são influenciados pela demanda energética na fase de

uso do edifício decorrente do nível de isolamento térmico (Başoğul et al., 2016). Em seu estudo, Carvalho et al. (2010) compararam os impactos causados por cada decisão relacionada a métodos de isolamento ao consumo total de energia durante o uso das edificações; corroborando com a redução de impactos ambientais devido à maior eficiência energética proporcionada. Estudos focados em quantificar a eficiência energética utilizando energias renováveis de tecnologias voltadas ao isolamento é crescente (Pargana et al., 2014; Schlanbusch et al., 2014; Cosola et al., 2020).

Nesse sentido, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é considerada uma ferramenta adequada para comparação de produtos, serviços e processos (ISO, 2006), proporcionando bases sólidas para tomada de decisão em projetos menos impactantes ambientalmente. Isso porque a ACV é capaz de fornecer indicadores comparáveis entre dois ou mais sistemas de funções semelhantes; identificando, assim, oportunidades de melhoria em processos de produção e em padrões de consumo (Ortiz et al., 2009; Cosola et al., 2020).

Existem trabalhos que desenvolveram ACV para isolamento térmico (Kim et al., 2011; Ylmen et al., 2017; Casas-Ledon et al., 2020), porém pouco voltados a sistemas inovadores, como o *External Insulation and Finish System* (EIFS), o qual tem sido amplamente empregado em países europeus e nos Estados Unidos. Assim, este estudo objetiva fornecer um panorama abrangente do desempenho ambiental de sistemas de isolamento térmico externo, com base no sistema EIFS, avaliando os potenciais impactos ambientais associados ao emprego desse sistema em fachada de uma edificação residencial unifamiliar com estrutura em *Light Steel Frame* (LSF), localizada no sul do Brasil.

A ACV foi desenvolvida com a finalidade de identificar oportunidades de melhoria nos aspectos ambientais do sistema de isolamento, relacionados, principalmente, à composição e à aplicação dos materiais que o compõem. Para tanto, uma díade abordagens, do berço ao túmulo no cenário do aterro e do berço ao berço no cenário de reciclagem, com opções, uma vez que não foram avaliados dados referentes à fase de uso e de manutenção desse sistema ao longo da vida útil de 50 anos da construção. Com base nos resultados obtidos, são analisadas as principais origens de impactos ambientais e possíveis mitigações a serem adotadas.

Método

As avaliações referentes ao ciclo de vida dos componentes do sistema EIFS, foram realizadas a partir das etapas obrigatórias previstas na norma ISO 14040/2009, conforme descrito nos próximos itens.

Sistema EIFS e cenário de análise

O sistema EIFS, de aplicação mais frequente em países de clima frio (Rehman, 2017) foi originado no sistema de isolamento *External Thermal Insulation Composite System* (ETICS), a partir da supressão de alguns componentes e alteração do material da placa de isolamento térmico (Sulakatko et al., 2015). A instalação do sistema EIFS ocorre na face externa da parede de fachada da edificação, como um sanduíche, composto pelos seguintes elementos: placa de poliestireno extrudado (XPS); tela de aço soldada galvanizada para ancoragem; e revestimento em argamassa.

Para as avaliações realizadas neste estudo, considerou-se a aplicação do sistema EIFS em uma fachada de edificação de dois pavimentos, estruturada em *Light Steel Frame* (LSF). A edificação

faz parte de um condomínio residencial horizontal, localizado na cidade de Canoas, Rio Grande do Sul.

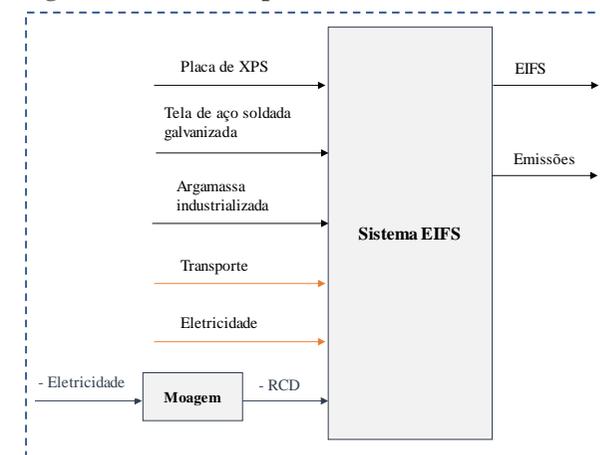
Tanto o sistema construtivo LSF quanto o isolamento térmico EIFS são ainda pouco empregados no Brasil, sendo tais técnicas importadas de outros países, as quais devem ser adaptadas para o contexto cultural e climático brasileiro. Por conseguinte, a placa de isolamento empregada na edificação analisada foi importada de um fabricante com planta em Portugal; ao passo que os demais componentes (tela de aço e argamassa) foram produzidos por fabricantes brasileiros.

Objetivo da ACV e fronteiras do sistema

A fim de fornecer um panorama do desempenho ambiental do sistema EIFS, o objetivo da ACV foi o de avaliar os potenciais impactos ambientais associados ao emprego de EIFS em fachada de edificação residencial unifamiliar com estrutura em LSF; para a identificação de oportunidades de melhoria dos aspectos ambientais de produção e utilização desse sistema. Para tanto, o escopo da ACV possui uma díade de abordagens, do berço ao túmulo no cenário do aterro e do berço ao berço no cenário de reciclagem, com opções, não sendo considerada a fase de uso e manutenção da edificação. Por outro lado, foram considerados os processos de extração de matérias-primas, de manufatura e de fim de vida dos componentes do EIFS, bem como os transportes entre a manufatura e o local da obra e entre o local da obra e o processo de reciclagem (quando aplicado). Não foram considerados, no entanto, os fluxos de transporte com distribuidores intermediários e os dados de parafusos autoportantes para instalação do sistema em fachada. A unidade funcional adotada foi a de 1 m² de sistema de isolamento EIFS empregado em parede externa de OSB em edificação de LSF, o qual seja capaz de atender aos requisitos de

temperatura presentes na NBR 15575/2013, ao longo da vida útil de 50 anos da edificação. O tempo de vida útil foi selecionado, conforme indicado pela NBR 15575-1 para vedações verticais externas. Os requisitos de temperatura adotados são os recomendados pela NBR 15575, parte 4, referente a sistemas de vedações verticais internas e externas. Esses requisitos incluem limites para variação de temperatura interna ao longo do dia, bem como para a diferença de temperatura interna e externa à edificação, os quais refletem a capacidade de isolamento térmico dos sistemas. O sistema de produto é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Sistema de produto



Análise de inventário

Os dados de inventário empregados para a placa de XPS e para a argamassa de revestimento foram obtidos a partir de suas *Environmental Product Declaration* (EPD), divulgadas na Europa e no Brasil, respectivamente. Para a tela de aço galvanizada, no entanto, não foram encontrados dados específicos da indústria, tendo sido empregadas, portanto, informações presentes na base

de dados Ecoinvent versão 3.6. Os dados de transporte utilizados consideraram distâncias de rotas reais entre os fabricantes de cada componente e o local da obra. Para todos os componentes, foram adaptados dados da matriz energética portuguesa e brasileira (regionalizada), conforme a necessidade. O quantitativo de cada componente foi estimado a partir de três fontes: dados das EPDs específicas, dados médios do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e dados primários da indústria.

Como fim de vida, consideraram-se dois cenários: (i) todos os resíduos gerados poderiam ser moídos em usinas de reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD); e (ii) todos os resíduos gerados seriam encaminhados para aterro industrial. Os dados de moagem dos resíduos foram obtidos a partir da indústria de reciclagem de RCD, incluindo o consumo energético de trituradores e de demais equipamentos utilizados (tais como esteiras e dissipadores de poeira). A Tabela 1 apresenta os dados empregados para análise de inventário.

Avaliação de impactos ambientais

Para a avaliação dos potenciais impactos ambientais associados ao sistema EIFS, foram empregados os métodos CED, CML-IA e IPCC 2013, com mecanismo *midpoint*. O método CML-IA foi selecionado devido à sua ampla utilização para componentes da construção civil (Habert et al., 2012) e a gama de impactos disponíveis para avaliação. Por outro lado, o método CED foi utilizado, a partir da justificativa de melhoria de desempenho energético relacionada ao uso do EIFS, assim, outras avaliações de impactos sobre energia do sistema podem ser relevantes. Para a avaliação de impacto potencial de mudanças climáticas, foi empregado o método IPCC com metodologia de 100 anos. Todas as avaliações de impacto foram modeladas a partir do *software* OpenLCA 1.10.2, tendo sido empregada a abordagem atribucional *cut-off*, considerando o processo multifuncional com reciclagem de RCD em um dos cenários avaliados.

Resultados

Os impactos selecionados foram avaliados para os dois cenários desenvolvidos, os quais foram analisados de forma comparativa (Figuras 2 e 3). Nesse sentido, foi possível observar, na maioria das análises, importante contribuição para redução de impactos, originada no processo de reciclagem.

Tabela 1: Dados técnicos para análise de inventário

Etapa	dataset	Processo	Qte.	Unid.
Produção e Execução	<i>polystyrene production, extruded, CO2 blown - RoW</i>	Placa de XPS	1,08	kg
	<i>market for electricity, high voltage - PT</i>			
	<i>market for metal working, average for steel product manufacturing - GLO*</i>	Tela de aço soldada galvanizada	1,48	kg
	<i>market for zinc coat, coils - GLO*</i>			
	<i>market for electricity, high voltage - BR Southern grid</i>	Eletricidade	0,01	MJ
	<i>lime mortar production - RoW*</i>	Argamassa industrializada	28,00	kg
	<i>market for tap water - BR</i>	Água	3,92	kg
	<i>market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 - RoW</i>	Transporte Terrestre (16 ton)	0,30	ton.km
		Transporte Terrestre (32 ton)	5,55	ton.km
		Transporte Marítimo	9,40	ton.km
	-	Sistema de isolamento EIFS	1,00	m ²
Demolição	<i>market for electricity, low voltage - BR Southern grid</i>	Eletricidade	1,43	MJ
	<i>market for electricity, medium voltage - BR Southern grid</i>	Eletricidade	204,25	MJ
Reciclagem	-	Resíduos Argamassa	22,40	kg
	-	Resíduos XPS	1,20	kg

*datasets adaptados a partir da matriz elétrica do Rio Grande do Sul

Na avaliação pelo método CED, a contribuição positiva do processo de reciclagem foi mais pronunciada, quando comparada aos demais métodos, observada nos resultados referentes à moagem dos componentes. Para biomassa (renovável e não renovável) e recursos renováveis em água, a moagem para contribuiu em mais de 85% para redução dos impactos. Nesse caso, os maiores impactos são devidos à eletricidade (matriz RS), empregada na fase de demolição do sistema. Em energias não renováveis (combustíveis fósseis), houve um equilíbrio na distribuição de impactos devidos à argamassa, tela de aço e XPS, com redução de apenas 15% dos resultados devido à reciclagem. Para esse impacto, a contribuição da tela de aço é devida, em mais de 60%, ao processo de galvanização em Zinco. Para recursos de energia nuclear, a tela de aço é também o componente mais expressivo.

Para o método CML-IA, o processo de reciclagem apresentou menor representatividade do que para o CED, sendo mais relevante no impacto de oxidação fotoquímica, tendo proporcionado redução de 32% do impacto observado. Por outro lado, a tela de aço se destacou como o componente de maior impacto em sete das 11 categorias, em que a galvanização foi responsável de 51% a 99% de seus impactos atribuídos, similar ao identificado por Bolin & Smith, (2011). O processo de galvanização por imersão à quente, ainda que realizado em planta industrial, demanda alta quantidade de Zinco, cujo processo é responsável por significativas emissões de metais pesados, ainda que empregado em pequenas quantidades (Tongpool et al., 2010). A outra porção dos impactos relacionados à tela foi oriunda na produção da liga de ferro-minério.

No impacto de depleção abiótica, foi verificado equilíbrio na contribuição entre os componentes de XPS, tela de aço e argamassa. O XPS também se destacou como origem principal dos impactos em oxidação fotoquímica, a qual se deve, assim como em depleção abiótica, ao refino de petróleo e à emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs). O processo de refino de petróleo, originado em combustíveis fósseis é realizado para produção do polímero de estireno, base da placa de XPS, o mesmo apresentado por Al-Shayji & Aleisa (2018). Em depleção da camada de Ozônio também foi verificada similaridade nas contribuições da tela de aço e de argamassa, as quais estão associadas à galvanização com Zinco e à queima do clínquer para produção do cimento (Ahmadi et al., 2018), respectivamente. Ademais, a argamassa foi o principal componente responsável pelos impactos de potencial de aquecimento global e ecotoxicidade terrestre, em função do referido processo de queima. Ressalta-se, no entanto, que, para esse processo, não foram adotados dados da indústria para extração de areia, mas sim empregados os dados de base *Rest of the World* (RoW), o que pode influenciar, ainda que sensivelmente, os resultados obtidos.

Para o impacto de depleção da camada de Ozônio, foi possível verificar maiores contribuições associadas ao transporte terrestre, tanto para a placa de XPS quanto para a argamassa industrializada (Islam et al., 2015). Isso se deve às distâncias em modais de transporte por caminhão, pertencentes a esses processos, serem mais elevadas, bem como às emissões ao ar dos veículos empregados. Nesse sentido, foi possível observar que os impactos de mudanças climáticas, avaliados pelo método IPCC,

foi um dos que apresentou mais diferença percentual entre os cenários de fim de vida de aterrou e reciclagem (em torno de 18% de redução de impacto). Isso foi ocasionado, principalmente, pelas reduções de impacto associadas à eletricidade da moagem e à produção de XPS, o qual é derivado do petróleo, cuja exploração e uso induzem mudanças diretas nos padrões do clima (REF).

Incertezas de dados e análises complementares

Diversos dados empregados neste estudo não puderam ser obtidos a partir da indústria, sendo utilizados dados presentes em base global. Contudo, conforme verificado na avaliação de impactos, a contribuição da produção da tela de aço galvanizada possui relevância para o estudo. Embora seja um componente auxiliar ao sistema de isolamento térmico, o qual corresponde a um pequeno percentual de massa e de valor econômico do sistema, frente aos demais componentes, a produção do aço e o processo de galvanização se mostraram fundamentais para o desempenho ambiental do produto como um todo. Por esse motivo, os dados referentes à produção do aço e de sua galvanização devem ser, à medida do possível, adaptados para a realidade da indústria brasileira, de forma a serem obtidos resultados com menor índice de incertezas (Rossi et al., 2017). Em complemento, devido à similaridade de contribuições de alguns componentes em diversos impactos, deve ser considerada a realização de análise de sensibilidade dos dados, para que a identificação de oportunidades de melhoria para o produto possa ser mais efetiva em termos de resultados abrangentes.

Figura 2: Avaliação de impactos ambientais método CED

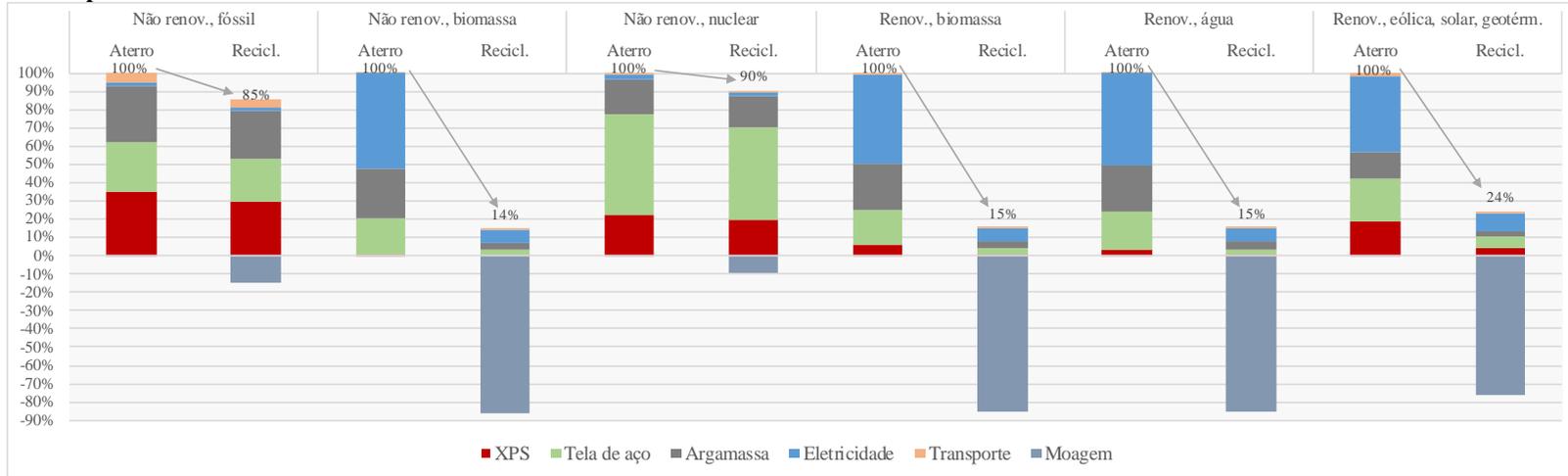
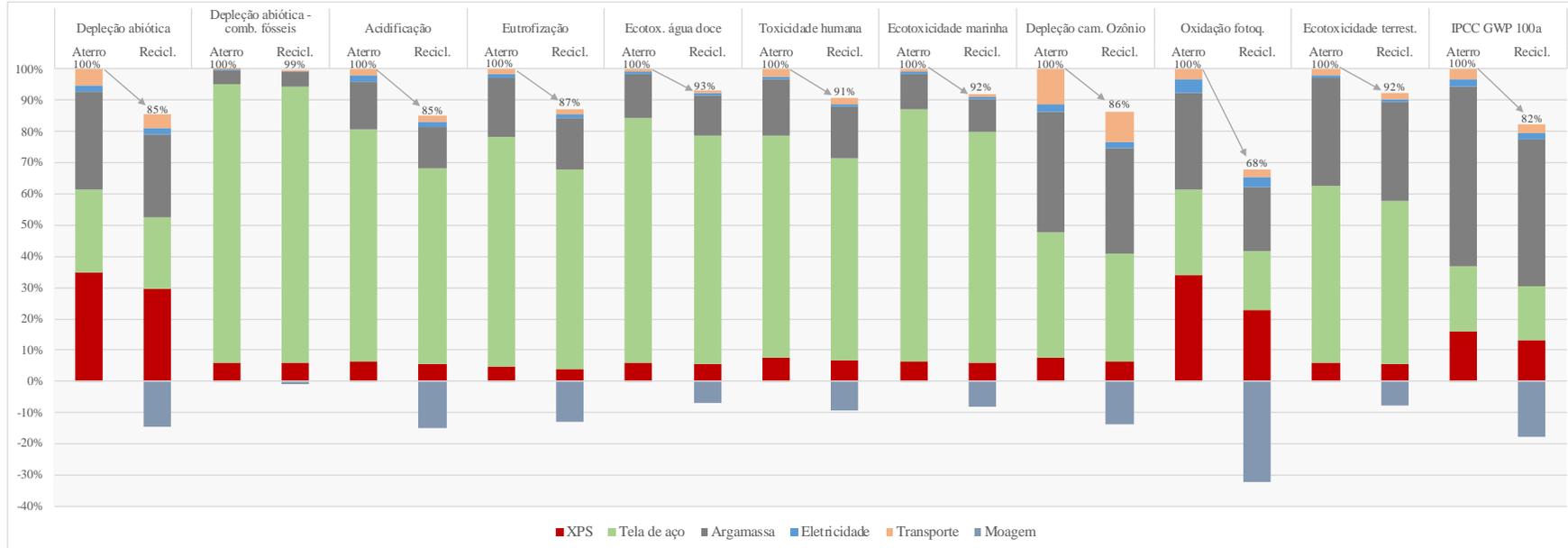


Figura 3: Avaliação de impactos ambientais método CML



Análises comparativas com outros sistemas

Ao aplicar a ACV para identificar o impacto referente à GWP 100a em sistemas de isolamento similares ao EIFS, a fase de produção da placa usualmente é um dos processos mais relevantes (Schmidt et al., 2014). No entanto, neste estudo, para tal categoria, tanto no cenário de aterro quanto de reciclagem, a argamassa foi o componente de maior impacto. Ainda sobre o impacto de GWP 100a, quando avaliado em blocos de alvenaria, a fase de transporte foi a maior contribuidora para o *global warming* (Guo et al., 2018).

Em seu estudo, Evangelista et al. (2018) compararam os impactos de diferentes sistemas de edificações. Nesse caso, observou-se importante impacto relacionado ao emprego de alumínio, quando avaliado o impacto de toxicidade humana, semelhante ao verificado na contribuição da tela de aço no sistema EIFS. O estudo de Casas-Ledón et al. (2020) difere, no entanto, pois o transporte dos componentes foi o maior responsável pelos impactos nessa categoria.

Quanto à acidificação, além da tela de aço, a argamassa também apresentou importante contribuição de impacto, indo ao encontro com o estudo de Guo et al. (2018), quando aplicado à blocos de concreto. Já no estudo de Schmidt et al. (2014) para um sistema de isolamento similar ao EIFS, a acidificação foi um dos impactos de menor significância, dentre os avaliados, diferente do obtido neste estudo.

Identificação de oportunidades de melhoria

A partir dos resultados de avaliação de impactos obtidos, foi possível identificar oportunidades de melhoria ao sistema de isolamento térmico, as quais

estão focadas, principalmente, nas soluções de fim de vida para os componentes, na produção das placas de XPS, bem como no emprego da tela de aço soldada galvanizada.

Quanto à composição de materiais, foi possível verificar importantes impactos associados à produção do polímero de estireno e à tela de aço galvanizada. Assim, podem ser consideradas alternativas de *Green Chemistry* em substituição ao emprego de refino do petróleo (Cárdenas-R et al., 2018) nas placas de isolamento térmico. Para a tela de aço galvanizada, podem ser avaliadas as necessidades de uso da tela, dependendo do revestimento empregado ou ainda o desempenho técnico e ambiental de telas à base de polímeros em lugar do aço galvanizado.

As soluções de fim de vida para os componentes do sistema EIFS devem levar em consideração, principalmente, o potencial de reaproveitamento dos materiais empregados. A argamassa de revestimento costuma ser reaproveitada na indústria da construção civil para produção de agregados não estruturais, ao passo que a tela de aço pode ser destinada a centrais de reciclagem, desde que seja separada da argamassa durante a demolição, o que nem sempre é possível. No entanto, o produto da moagem do XPS pode ter pouca usabilidade, o que não justificaria ao cenário de moagem desse material. Assim, caso seu potencial de utilização seja baixo, ainda pode ser considerada a possibilidade de reciclagem pelo próprio fabricante, em planta industrial, para produção de novas placas de XPS. Porém, a viabilidade técnica, ambiental e econômica dessa solução está diretamente relacionada à possibilidade de implantação de manufatura da placa no Brasil. A localização da planta pode ser determinante para os impactos a serem evitados, uma vez que o aumento de distâncias

para transporte terrestre pode compensar outros impactos associados.

Quando empregado o sistema ETICS, o componente principal de isolamento é o Poliestireno Expandido (EPS) e não Extrudado. O EPS, embora reciclável, possui pouco potencial de reaproveitamento na indústria; no entanto, não foram encontradas informações, nesse sentido, relacionadas ao XPS. Dessa forma, devem ser consideradas outras alternativas de fim de vida para comparação e minimização dos impactos associados à demolição e possível moagem.

Conclusões

Considerando a importância de isolamento térmico para o alcance de maior eficiência energética nas edificações, este estudo objetivou a avaliação de potenciais impactos ambientais associados ao sistema de isolamento EIFS, empregado em uma edificação residencial unifamiliar, estruturada em LSF, no Brasil. Para tanto, foram empregados dados da indústria europeia e brasileira, da literatura, bem como informações de EPDs para aplicação da ACV. Além disso, foram empregadas as etapas obrigatórias previstas na norma ISO 14040/2009 em uma díade de abordagens, do berço ao túmulo no cenário do aterro e do berço ao berço no cenário de reciclagem, desconsiderando-se a etapa de uso e manutenção da edificação.

As avaliações de impacto realizadas utilizaram os métodos CED, CML-IA e IPCC 2013, tendo sido verificada importante contribuição para os impactos ambientais, em ambos os cenários avaliados, principalmente devido ao emprego de tela de aço para ancoragem. Nesse sentido, foi identificada relevância no processo de galvanização do aço por Zinco. Consideram-se ainda como relevantes os impactos

relacionados à produção do polímero de estireno, principal componente de isolamento do sistema, o qual é obtido a partir do refino do petróleo.

Assim sendo, como oportunidades de melhoria para o desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida do sistema, foram propostos: (i) o emprego de polímeros a partir de *Green Chemistry*, com substâncias não originadas de petróleo para produção da placa de isolamento; (ii) a possibilidade de utilização de placas de XPS fabricadas localmente; (iii) a verificação de necessidade de utilização de tela de ancoragem ou ainda de emprego de telas poliméricas; e (iv) a avaliação de viabilidade da moagem para reciclagem dos componentes do sistema. Dentre as limitações do desenvolvimento deste estudo, está a escolha de materiais de construção no Ecoinvent por não possuir inventário específico da realidade brasileira.

Como sugestões a trabalhos futuros, podem ser consideradas a modelagem do mesmo cenário de estudo a partir de dados da indústria de produção da tela de ancoragem; a verificação de desempenho térmico do emprego de placas de isolamento compostas por materiais não originados do petróleo; assim como a realização de estudo com a inclusão do estágio de uso e manutenção da edificação, aliado ao desempenho térmico observado. Além disso, sugere-se a adaptação da base com dados brasileiros relacionados ao sistema EIFS, sendo coletadas informações para o desenvolvimento do inventário do ciclo de vida regional.

Referências bibliográficas

- Ahmadi, Z., Esmaceli, J., Kasaei, J., Hajialioghli, R. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2018.05.001>
- Al-Shayji, K., Aleisa, E. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.077>
- Barreira, E., Freitas, V.P. (2013). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.02.001>
- Başoğul, Y., Demircan, C., Keçebaş, A. (2016). <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.03.010>
- Batard, A., Duforestel, T., Flandin, L., Yrieix, B. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.006>
- Bolin, C. A., Smith, S. T. (2011). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.12.005>
- Cárdenas-R, J.P., Cea, M., Santín, K., Valdés, G., Hunter, R., Navia, R. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.07.086>
- Carvalho, M. M. Q., Rovere, E. L., Gonçalves, A. C. M. (2010). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.009>
- Casas-Ledón, Y., Salgado, K.D., Cea, J., Arteaga-Pérez, L.E., Fuentealba, C. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119356>
- Cosola, V.O., Olivieri, F., Ruiz-Garcia, L., Bacenetti, J. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109743>
- Evangelista, P.P.A., Kiperstok, A., Torres, E.A., Gonçalves, J.P. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.045>
- Guo, Z., Tu, A., Chen, C., Lehman, D.E. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.069>
- Habert, G., Arribe, D., Dehove, T., Espinasse, L., Roy, R.L. (2012). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.028>
- Huang, H., Zhou, Y., Huang, R., Wu, H., Sun, Y., Huang, G., Xu, T. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101840>
- Islam, H., Jollands, M., Setunge, S., Haque, N., Bhuiyan, M. A. (2015). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.017>
- ISO – International Organization for Standardization. (2006). ISO 14040:2006 - Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework. 2nd Edition, 20 p.
- Jia, G., Li, Z., Lui, P., Jiang, Q. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2017.12.047>
- Kim, K. (2011). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.006>
- Papadopoulos, A. M. (2005). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.05.006>
- Pargana, N., Pinheiro, M.D., Silvestre, J.D., Brito, J. (2014). <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.05.057>
- Potrč, T., Rebec, K. M., Knez, F., Kunič, R., Legat, A. (2016). <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.154>
- Rehman, H.U. (2017). <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.026>
- Rossi, B., Marquat, S., Rossi, C. (2017). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.022>
- Schlanbusch, R.D., Jelle, B.P., Sandberg, L.I.C., Fufa, S.M., Gao, T. (2014). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.010>
- Schmidt, A.C., Jensen, A.A., Clausen, A.U., Kamstrup, O., Postlethwaite, D. (2004). <https://doi.org/10.1016/10.1065/Ica2003.12.144.1>
- Tongpool, R., Jirajariyavech, A., Yuvaniyama, C., Mungcharoen, T. (2010). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.07.003>
- Ylmen, P., Mjörnell, K., Berlin, J., Arfvidsson, J. (2017). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.03.019>
- Zhou, B., Yoshioka, H., Noguchi, T., Ando, T. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.08.002>