2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ESTRUTURA DE FERRAMENTA BASEADA EM ACV PARA COMUNICAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL[1]

CAZANOVA, Rafaela C. (1); TIMM, Janaine F. G. (2); MACIEL, Vinícius G. (3); PETROLI, Pedro A. (4); PASSUELLO, Ana (5)

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, rafa.cazanova@gmail.com
(2) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, janainetimm@hotmail.com
(3) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, vinicius.maciel@ufrgs.com
(4) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pedraopetroli@hotmail.com
(5) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ana.passuello@ufrgs.br

RESUMO

A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida é fundamental para promover o desenvolvimento sustentável e comunicar os resultados aos arquitetos, engenheiros e tomadores de decisão. Todavia, tais intervenientes, em geral, apresentam conhecimento limitado sobre questões ambientais, o que reforça a necessidade de uma ferramenta que lhes seja adequada. Portanto, o objetivo desta pesquisa é investigar como uma ferramenta para comunicar os impactos ambientais de sistemas construtivos deve ser estruturada, e identificar os tipos de mídia eficazes para essa finalidade. A metodologia é desenvolvida em duas etapas: (i) análise de aplicativos disponíveis; (ii) elaboração e aplicação de questionário. Os resultados permitem o delineamento inicial das informações que devem constar na ferramenta, segundo a percepção de agentes da construção civil consultados.

Palavras-chave: *Avaliação do Ciclo de Vida. Tomadores de decisão. Comunicação do impacto ambiental. Construção civil.*

ABSTRACT

The Life Cycle Assessment methodology is fundamental to promote sustainable development, communicating the results to architects, engineers, and decision-makers. However, their knowledge of environmental issues is generally limited, which highlights the need for a suitable tool for them. Therefore, the objective of this research is to investigate how a tool to communicate the environmental impacts of building systems and their components should be structured and to identify effective media types for this purpose. The method is developed in two steps: (i) analysis of available cellphone applications; (ii) preparation and application of a questionnaire. The results allow an initial delineation of what information should be contained in the tool, according to the perception of consulted agents from the construction sector.

Keywords*: Life Cycle Assessment. Decision making. Environmental impact communication. Civil engineering.*

---

[1] CAZANOVA, Rafaela C.; TIMM, Janaine F. G.; MACIEL, Vinícius G.; PASSUELLO, Ana. Estrutura de ferramenta baseada em ACV para comunicação do desempenho ambiental no setor da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores que tem papel fundamental para mitigação de impactos ambientais a nível global. Segundo dados da IEA e UNEP (2019), no ano de 2018, as edificações e o setor da construção civil foram responsáveis por 36% do consumo de energia global e 39% das emissões globais de dióxido de carbono (CO_2) relacionadas à energia e processos. Frente a isso, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) configura-se como uma ferramenta estratégica para mitigar tais impactos e auxiliar na tomada de decisões para construções mais sustentáveis. Embora a ACV seja reconhecida como uma das melhores ferramentas para o desenvolvimento de políticas ambientais, ainda há barreiras para sua utilização: metodologia complexa e densa (RÖCK et al., 2018); desafios na elaboração do inventário do ciclo de vida (BABAIZADEH et al., 2015), entre outras.

Os recentes avanços na tecnologia da informação e de telecomunicações contribuíram para a disseminação da temática ambiental, incluindo a ACV (DE CARVALHO et al., 2018). Todavia, tais ferramentas de comunicação ambiental nem sempre são desenvolvidos a partir da captura dos requisitos dos potenciais usuários ou considerando os diferentes perfis atuantes na construção civil. Dessa forma, há o desenvolvimento de ferramentas ineficazes ou com baixa adesão.

Para que critérios embasados no pensamento do ciclo de vida sejam empregados em maior escala, deve-se investigar meios efetivos para comunicar tais informações e assim permitir maior facilidade e agilidade nos processos de tomada de decisão. Portanto, o objetivo desta pesquisa é investigar como uma ferramenta para comunicar os impactos ambientais de sistemas construtivos deve ser estruturada, e identificar os tipos de mídia eficazes para essa finalidade.

2 MÉTODO

Este estudo está estruturado em duas etapas. Na primeira é realizada análise de ferramentas de comunicação em aplicativos móveis sobre os impactos ambientais relacionados aos edifícios, sendo eles: *IdematLightLCA* e *Buildings LCA*.

Alguns aplicativos disponíveis gratuitamente em lojas virtuais incorporaram princípios e funcionalidades visando aplicar e disseminar a ACV (DE CARVALHO, 2018): (i) *Timber Frame DfE Tool*; (ii) *IdematLightLCA*; (iii) *Idemat*; (iv) *Buildings LCA*. No entanto, o aplicativo *Timber Frame DFE Tool* não foi analisado devido à sua indisponibilidade para download. O *IdematLightLCA* e o *Idemat* são aplicativos similares, sua diferença principal consiste na possibilidade de criação de um estudo personalizado de ACV por parte do primeiro. Dessa forma, foram selecionados 2 aplicativos para análise, devido à disponibilidade, isto é, ser gratuito e estar liberado para a instalação, e aplicação no ambiente construído: *IdematLightLCA* e *Buildings LCA*. Os aplicativos foram analisados de acordo com os seguintes grupos de dados: desenvolvedor, local e ano, público-alvo, fases do ciclo de vida, impactos ambientais, escopo da ACV, inventários e banco de dados, dados de entrada.

Na segunda etapa, um questionário foi desenvolvido e aplicado em agentes da construção civil com o objetivo de mapear os interesses quanto à ferramenta sobre desempenho ambiental de edificações. Após um pré-teste com estudantes do PPGCI-UFRGS, a versão final inclui 10 perguntas em português, linguagem formal não-técnica e suas respostas foram coletadas anonimamente em plataforma online.

O questionário deve indicar: (i) o interesse por sustentabilidade na construção; (ii) predileção por plataforma(s) e característica(s); (iii) impactos ambientais considerados mais importantes;(iv) variações conforme o perfil do respondente.

3 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados das duas etapas do estudo.

3.1 Análise de aplicativos: ACV e construção civil

Ao comparar as soluções destaca-se que o *Buildings LCA* apresenta resultados com maior detalhamento nas categorias de potencial de aquecimento global e demanda de energia. Por outro lado, o *IdematLightLCA* contempla informações disponibilizadas com maior transparência (material extra - planilhas com fontes de dados e memórias de cálculo), sendo possível acessar o banco de dados que embasa os resultados do aplicativo pelo site da instituição (TU DELF, 2020). Além disso, os "ecocustos", em euros, são avaliados neste aplicativo com relação à depleção de recursos, ecotoxicidade, saúde humana e pegada de carbono para cada material. Os resultados são apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 – Análise comparativa dos apps *IdematLightLCA* e *Buildings LCA*.

Dados	***IdematLightLCA***	***Buildings LCA***
Desenvolvedor	Universidade Técnica de Delft	Ass. Portuguesa de Construção Metálica e Mista (CMM)
Local/ ano	Países Baixos/ atual. ago./2018	Portugal/ atual. fev./ 2015
Público-alvo	Arquitetos, designers, gerentes	Profissionais da construção civil
Fases relacionadas ao Ciclo de Vida	1.Produção (A1-A3); 2. Fim da vida útil (C1-C4): aterro, tratamento, reciclagem ; 3. Além do limite do sistema (D).	1. Berço ao portão; 2. Berço ao portão com reciclagem no fim de vida; 3. Do berço ao túmulo com reciclagem no fim de vida.
Impactos ambientais calculados	1. Depleção de recursos; 2.Ecotoxicidade; 3.Saúde humana; 4.Pegada de carbono.	1. Potencial de Aquecimento Global; 2. Demanda Energia; 3. Total Energia.
Escopo	Os dados são resultados dos 720 materiais e processos, calculados pelo Simapro.	ACV simplificada (EN 15804: 2012; EN 15978: 2011). Apresenta 480 inventários.
Inventários e banco de dados	Inventários do Ecoinvent v2.2.; revisão de literatura e base científica de universidades.	Categorias: metais, plásticos, têxteis, madeiras, eletrônicos, transporte e processos.
Dados de entrada	Seleção do processo ou material; e inserção da quantidade (em kg).	Quantidade (massa); dimensão (cm): n°. pavimento (unidade); vida útil (ano), altura e largura(m)

Fonte: Os Autores.

Em geral, os aplicativos contam com vasta lista de materiais e a comunicação do desempenho ambiental ocorre por meio de dados quantitativos dos impactos totais potenciais. No *Buildings LCA* há a opção de ajustar o escopo escolhendo as fases consideradas no estudo: (i) berço ao portão, (ii) berço ao portão com reciclagem e (iii) berço ao túmulo com reciclagem no fim de vida. No *IdematLightLCA* a opção de ajuste do escopo se dá entre cenários de fim de vida: (i) aterro, (ii) tratamento de resíduos e reciclagem de circuito aberto, e (iii) reciclagem de circuito fechado.

O *Buildings LCA* oferece a opção de cálculo para produto (subdivisão elementos de aço e Macro componentes) e para construção (04 tipologias de ocupação e 03 sistemas construtivos - fachada, pisos e cobertura). Os materiais são listados por códigos, o que torna a escolha menos intuitiva.

O *IdematLightLCA* permite que o usuário acrescente dados de insumo (energia, combustível e transporte) e impactos no projeto de ACV. Algumas limitações do aplicativo são: (i) não calcular ACV de processos multifuncionais; (ii) não modelar

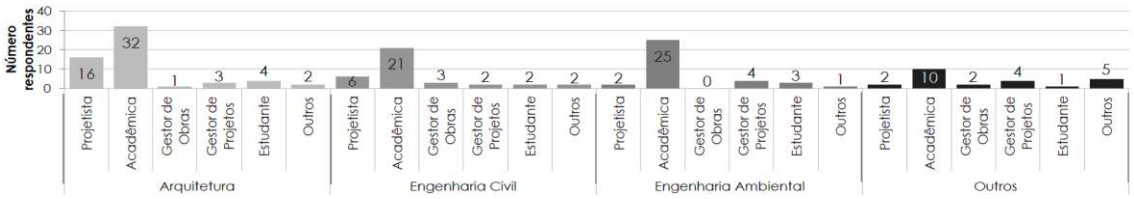
mais de 3 cenários de fim de vida (TU DELF, 2012).

Quanto a facilidade de uso, verifica-se que a do *Buildings LCA* está atrelada a imagens ilustrativas e informações extras na aba '*Help*'; enquanto o *IdematLightLCA* possui vídeo-tutoriais disponíveis.

3.2 Questionário para agentes da construção civil

O questionário foi respondido por uma amostra de 155 pessoas, 106 do sexo feminino e 49 do masculino, entre os dias 29/04/2019 e 12/05/2019. A maioria dos entrevistados tem formação concluída ou em andamento no curso de arquitetura (58 respondentes), engenharia civil (36) e engenharia ambiental (35). Na área de atuação, há destaque para a acadêmica (88 respondentes), seguida de projetistas (26), e gestores de projetos (13) - Figura 01.

Figura 01 – Gráfico dos respondentes por área de formação e atuação.

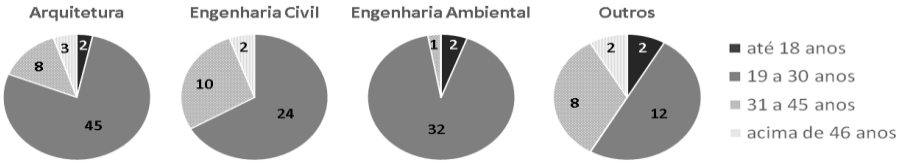


Fonte: Os autores.

Primeiramente, verifica-se que há interesse majoritário no uso da ferramenta. Somente 1,3% do total (02 respondentes) manifestaram não ter interesse.

A Figura 02 apresenta a faixa etária dos respondentes que têm ou talvez tenham interesse em utilizar uma ferramenta com informações ambientais (153 pessoas). Verifica-se um predomínio de respondentes com idade de 19 a 30 anos (113), seguido da faixa etária de 31 a 45 anos (27).

Figura 02 – Faixas etárias dos respondentes por área de formação.



Fonte: Os autores.

Na avaliação dos tipos de plataforma, os motivos de escolha e as características desejadas, observa-se (Tabela 02) preferência entre 'Sites' (99 respostas) e 'Aplicativos' (98), seguidos de 'Programas (softwares)' (89). Ninguém selecionou a opção 'Guias' individualmente e a combinação preferencial, em 80% dos casos, é 'Aplicativos' + 'Sites'.

A análise dos motivos aponta que a escolha da plataforma foi selecionada, pela maioria dos respondentes, considerando a 'Facilidade de uso e habilidades necessárias' (125 respostas) e a 'Versatilidade de acesso' (99) - Figura 03. A outra opção que se destaca é a 'Integração com outros meios e plataformas' (69), seguida pela 'Tecnologia e atualização constantes' (60).

Quanto às características desejadas para a ferramenta, Figura 04, a maioria dos respondentes selecionou mais de uma opção. Há predomínio na escolha 'Desempenho técnico como durabilidade e vida útil' (136 respondentes - 87,7%). Contudo, outras opções também se destacam, como segue: 'Dados econômicos e

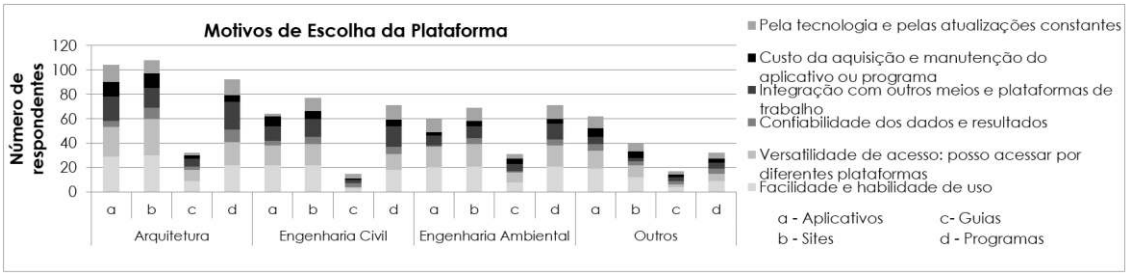
de custos' (128 - 83,7%), 'Informações ambientais relacionadas aos produtos' (123 - 80,4%) e 'Durabilidade e manutenção' (122 - 79,7%). Isso indica que a ferramenta ambiental deve apresentar uma análise sistêmica e multicritério que contemple diversos requisitos. A opção menos selecionada foi a 'Estética de projeto' (63 - 41,2%).

Tabela 02 – Análise da escolha dos tipos de plataforma por área de formação.

Tipos de Plataforma	**Área de Formação**								**Total**
	Arquite-tura		**Eng. Civil**		**Eng. Ambiental**		**Outra**		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
(a) Aplicativos	4	28,6	1	7,1	4	28,6	5	35,7	14,0
(a) Aplicativos + (c) Guias	-	0,0	-	0,0	1	50,0	1	50,0	2,0
(a) Aplicativos + (b) Sites + (c) Guias + (d) Programas (softwares)	4	36,4	1	9,1	4	36,4	2	18,2	11,0
(a) Aplicativos + (c) Guias + (d) Programas	-	0,0	1	50,0	1	50,0	-	0,0	2,0
(a) Aplicativos + (d) Programas	9	39,1	4	17,4	4	17,4	6	26,1	23,0
(a) Aplicativos + (b) Sites	7	28,0	8	32,0	3	12,0	7	28,0	25,0
(a) Aplicativos + (b) Sites + (c) Guias	2	66,7	-	0,0	-	0,0	1	33,3	3,0
(a) Aplicativos + (b) Sites + (d) Programas	6	33,3	7	38,9	5	27,8	-	0,0	18,0
(c) Guias + (d) Programas	-	0,0	1	100	-	0,0	-	0,0	1,0
(d) Programas	8	66,7	3	25,0	1	8,3	-	0,0	12,0
(b) Sites	10	62,5	3	18,8	2	12,5	1	6,3	16,0
(b) Sites + (c) Guias	3	75,0	-	0,0	1	25,0	-	0,0	4,0
(b) Sites + (c) Guias + (d) Programas	2	50,0	1	25,0	1	25,0	-	0,0	4,0
(b) Sites + (d) Programas	3	16,7	6	33,3	8	44,4	1	5,6	18,0

Fonte: Os autores

Figura 03 – Gráfico dos motivos da escolha da plataforma com relação ao seu formato e área de atuação do respondente.

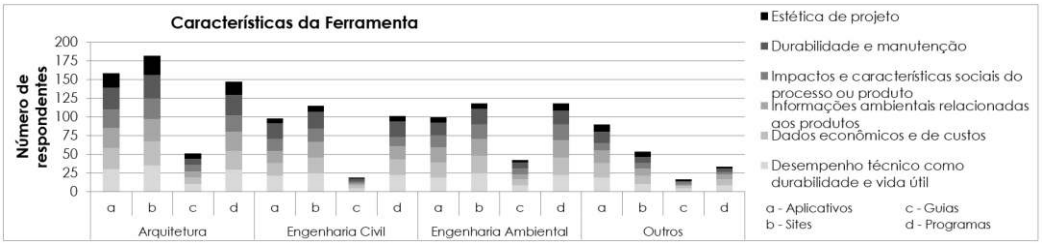


Fonte: Os autores.

Os critérios ambientais preferenciais dos usuários foram indicados entre as 7 opções elencadas: Critério 1- quantidade de matéria prima extraída; Critério 2- grau de toxicidade/ poluição; Critério 3- desperdício de material; Critério 4- distâncias de deslocamento; Critério 5- consumo de energia; Critério 6- emissões de gases do efeito estufa; Critério 7- efeitos para a saúde humana. Os resultados indicam que a maioria mostra maior sensibilidade a questões relacionadas à toxicidade, Figura 05.

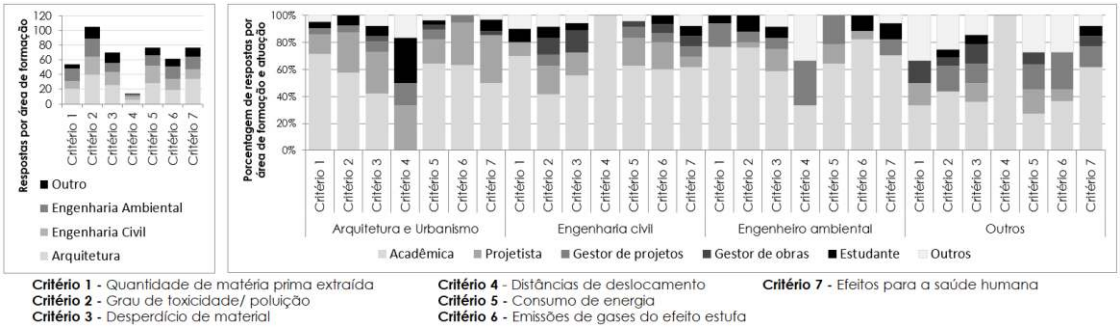
Enquanto as Distâncias de deslocamento estão como o critério menos selecionado. Esses dois resultados independem da área de formação. Contudo, para o segundo impacto mais relevante a ser comunicado na ferramenta ambiental, as áreas de formação apresentam escolhas distintas. Na Arquitetura se destaca a preocupação com os efeitos para a saúde humana (34 dos 58 respondentes da área), e o consumo de energia (28 dos 58). Na Engenharia Civil, o grau de toxicidade e o consumo de energia estão em destaque (ambos com 24 dos 37 respondentes da área). Na Engenharia Ambiental, há igual quantidade de respostas (17 dos 35) para três distintos critérios: quantidade de matéria-prima extraída, emissões de gases do efeito estufa e efeitos para a saúde humana.

Figura 04 – Gráfico das preferências quanto às características da ferramenta ambiental por área de formação e tipos de plataforma.



Fonte: Os autores.

Figura 05 – Gráficos da análise dos critérios ambientais escolhidos por área de formação (esquerda) e a relação entre estas e a área de atuação (direita).



Fonte: Os autores.

A análise da escolha do impacto ambiental também considerou a atuação do respondente. Os impactos mais votados pelos projetistas são os Critérios 2, o 3 e o 5 que representam respectivamente 64%, 54% e 50% dos projetistas entrevistados. Enquanto os mais votados pelos acadêmicos são os Critério 2, 5 e 7, que representam respectivamente 67%, 51% e 51% dos acadêmicos.

A Tabela 03 sintetiza o número de escolhas quanto às características que a ferramenta deveria apresentar, considerando as áreas de formação e atuação.

Tabela 03 – Avaliação das preferências para as características da ferramenta ambiental considerando a área de formação e a área de atuação.

	Arquitetura						**Eng. Civil**						**Eng. Ambiental**						**Outros**					
	Projetista	**Acadêmica**	**Gestor de Obras**	**Gestor de Projetos**	**Estudante**	**Outros**	**Projetista**	**Acadêmica**	**Gestor de Obras**	**Gestor de Projetos**	**Estudante**	**Outros**	**Projetista**	**Acadêmica**	**Gestor de Obras**	**Gestor de Projetos**	**Estudante**	**Outros**	**Projetista**	**Acadêmica**	**Gestor de Obras**	**Gestor de Projetos**	**Estudante**	**Outros**
Desempenho técnico (ex. durabilidade, vida útil)	16	27	1	3	4	2	5	20	3	1	1	2	2	22	0	3	3	1	2	7	1	4	1	5
Dados econômicos/custos	15	25	1	2	3	2	3	18	3	2	2	1	2	22	0	4	3	1	2	7	2	4	1	4
Informações ambientais relacionadas aos produtos	13	27	1	2	3	0	5	16	1	1	1	2	2	23	0	4	3	0	2	7	2	4	0	4
Impactos e características sociais - processo ou produto	11	24	1	2	2	1	2	15	2	0	0	2	1	19	0	3	3	0	1	5	0	2	0	4
Durabilidade e manutenção	15	27	1	2	3	2	4	18	3	2	2	2	2	19	0	3	1	1	2	7	0	3	1	3
Estética de projeto	9	18	1	1	3	1	3	5	1	0	0	1	1	7	0	1	1	0	0	5	1	2	0	2
Outro	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fonte: Os Autores.

Não há grande variação entre as respostas da característica da ferramenta por área de formação. Apesar disso, a quantidade de respostas aponta que arquitetos e

engenheiros civis apresentam maiores preocupações quanto a "Desempenho técnico como durabilidade e vida útil" (91% dos 58 arquitetos e 86% dos 37 engenheiros civis) e "Durabilidade e manutenção" (86% dos 58 arquitetos e 84% dos 37 engenheiros civis), seguido de "Dados econômicos e de custos" (83% dos arquitetos e 78% dos engenheiros civis). Já os engenheiros ambientais apresentam maior interesse nos "Dados econômicos e de custos" (91%) e "Informações ambientais relacionadas aos produtos" (91%), seguido de "Desempenho técnico como durabilidade e vida útil" (89%). A característica de "Estética de projeto" é a menos votada pelo total de respondentes (41,2%).

A Tabela 04, numa abordagem mais ampla, sintetiza os resultados das preferências do público-alvo e compara tais escolhas com as características presentes nos aplicativos selecionados. Verifica-se que alguns itens não constam como preferenciais (06 deles) tanto no quesito Área de atuação do público alvo quanto no quesito Aplicativo existente, totalizando ao todo 6 linhas vazias nessa tabela. Alguns dos itens não preferenciais para todos os quesitos são, 'Estética de projeto', presente em 'Características' e 'Guia', presente em 'Plataforma". Enaltece-se que embora esses itens são relevantes, não foram considerados prioritários pelos respondentes.

Tabela 04 – Síntese dos resultados das preferências do público-alvo por área de atuação e comparação com as configurações dos aplicativos analisados.

	Característica ou/ Informação da ferramenta	**Área de atuação do público alvo**					**Aplicativo existente**	
		Projetista	**Acadêmico**	**Gestores de projeto**	**Gestores de obras**	**Estudante**	***Idemat Light LCA***	***Buildings LCA***
Característica	Desempenho técnico como durabilidade e vida útil	x	x	x	x	x		
	Dados econômicos e de custos	x	x	x	x	x	x	
	Informações ambientais relacionadas aos produtos			x		x	x	x
	Impactos e características sociais processo/produto							
	Durabilidade e manutenção	x	x					
	Estética de projeto							
Plata-forma	Aplicativos (Android e IOS-Apple)		x	x	x		x	x
	Sites	x	x	x			x	*
	Guias							
	Programas (softwares)			x		x		
Escolha da plataforma	Facilidade e habilidade de uso	x	x	x	x	x	Não se apli-ca.	Não se apli-ca.
	Versatilidade de acesso: diferentes plataformas	x	x	x	x	x		
	Confiabilidade dos dados e resultados			x				
	Integração com outros meios e plataformas	x	x					
	Custo aquisição e manutenção do app ou programa							
	Pela tecnologia e pelas atualizações constantes							
Impactos ambientais	1 - Quantidade de matéria prima extraída						x	x
	2 - Grau de toxicidade/ poluição	x	x	x		x	x	
	3 - Desperdício de material	x			x			
	4 - Distância de deslocamento							
	5 - Consumo de energia		x	x				x
	6 - Emissões de gases do efeito estufa						x	x
	7 - Efeitos para a saúde humana		x				x	

Fonte: Os Autores. *Conta com o site do desenvolvedor, não do aplicativo em si.

Na última questão, sobre sugestões a constar na ferramenta, cada área de atuação apresenta tendências distintas. Os acadêmicos requerem a inclusão de dados sobre outros estudos e impactos (como consumo e reuso da água) e sobre a cadeia

produtiva dos produtos (como mão de obra, custos, vida-útil e logística reversa). Projetistas sugerem informações comparativas de custo e desempenho, propriedades termoacústicas e luminotécnicas. Gestores de obras solicitam a inclusão de dados dos fornecedores. Gestores de projetos sugerem a incorporação de dados sobre a adequabilidade do material à região aplicada e sobre o descarte.

O público-alvo demanda da ferramenta ambiental informações sobre o desempenho técnico, dados econômicos, durabilidade e manutenção, características que os aplicativos não contemplam. Pela análise enaltece-se que os aplicativos não comunicam as informações que o público-alvo identifica como mais relevantes. Melhorias nesse sentido podem propagar o uso e facilitar os processos de tomada de decisão no setor da construção civil.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho fornece base para o delineamento de ferramenta que propicia maior facilidade e agilidade nos processos de tomada de decisão para projetos mais sustentáveis. O trabalho identifica quais características são prioritárias para a comunicação do desempenho ambiental e tomada de decisões mais eficazes quanto a materiais e sistemas construtivos com menor impacto ambiental: prioritariamente informações sobre vida útil, manutenção e custos, disponibilizados simultaneamente por site e aplicativo. A participação ativa dos potenciais usuários do setor na captura dos requisitos a constarem na ferramenta e na operação da mesma é evidenciada neste trabalho, pois usualmente tais profissionais não são consultados, o que resulta em ferramentas ineficazes ou com baixa adesão. Além disso, a ferramenta pode verificar inicialmente qual área do público está visando utilizá-la para permitir uma otimização dos dados apresentados para cada público. A inserção do desempenho ambiental no setor da construção civil é de extrema relevância e investigar meios de comunicar e empregar esses dados é crucial para a efetivação de tais ações pelos profissionais da área.

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), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS

BABAIZADEH, H. et al. Life cycle assessment of exterior window shadings in residential buildings in different climate zones. **Building and Environment**, v. 90, p. 168–177, 2015.

DE CARVALHO, A.; APARECIDA DA SILVA, E. Aplicativos como Ferramentas de Disseminação da ACV. In: **VI Cong. Brasileiro sobre GCV**, 2018, Brasília. 2018. p. 1-8.

IEA (Int. Energy Agency) and UNEP (United Nations Environment Programme). 2019 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, **UNEP**. Disponível em: https:// www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019.

RÖCK, Martin et al. LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages. **Building and Environment**, v. 140, p. 153–161, 2018.

TU Delf - **UNIVERSIDADE TÉCNICA DE DELFT**. The Model of the Eco-costs / Value Ratio (EVR). Países Baixos, 2020. Disponível em:http://ecocostsvalue.com.

TU Delf - **UNIVERSIDADE TÉCNICA DE DELFT**. IdematLightLCA. Países Baixos, 2012. Disponível em: http://idematapp.com.