

ACV NO PROCESSO DE DESIGN: ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

LCA IN THE DESIGN PROCESS: ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF MORTAR MANUFACTURING IN THE NORTHEAST REGION OF BRAZIL

RAFAEL DA ROSA SELHORST | UFSC

THALIS HENRIQUE DUARTE BARRETO NOBRE | UFRN

CRISTIANO ALVES, Dr. | UFSC

FELIPE LUIZ BRAGHIROLI | FURB

RESUMO

O uso da abordagem ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) no design é de grande ajuda para o desenvolvimento de novos produtos e serviços sustentáveis, sendo capaz de comparar o perfil ambiental de um produto em relação a outro existente, apoiar a tomada de decisão na concepção de produto ecoeficiente, avaliar alternativas de design, avaliar estratégias de melhoria em produtos, definir estratégias de marketing, pesquisa e desenvolvimento e inovação sustentável (LUZ et al, 2016). Desta forma, a partir de uma abordagem de design sustentável permite ao designer integrar na atividade projetual requisitos ambientais no desenvolvimento do produto, podendo assim, fortalecer a tomada de decisões e gestão do processo de desenvolvimento sustentável de produtos. Este artigo visa analisar e avaliar, por meio de ACV, os impactos ambientais causados no processo de fabricação de argamassa de uma empresa estudo de caso, localizada no Estado do Rio Grande do Norte. A ACV foi produzida utilizando do software SIMAPRO versão 8.5.2, as fronteiras do sistema definidas para a análise foram do “berço ao portão de saída”, ou seja, do processo de extração ao de distribuição, tomando como unidade funcional a produção diária de argamassa ACIII (tipo de argamassa), equivalente a dois mil sacos. Os resultados demonstram a importância da aplicação da ACV durante o processo projetual do design sustentável, apontando para o designer quais os principais impactos do processo, onde estão localizados e assim auxiliando a desenvolver soluções novas e mais assertivas. As análises também contribuem para a formulação de novas estratégias de sustentabilidade para a empresa como soluções de logísticas, reuso, subprodutos, redução de gastos energéticos ou substituição de componentes químicos, reciclagem.

PALAVRAS CHAVE: Avaliação de Ciclo de Vida; ACV; Sustentabilidade; Design Sustentável.

ABSTRACT

The use of the Life Cycle Assessment (LCA) approach in design is of great help for the development of new sustainable products and services, being able to compare the environmental profile of one product against another existing one, support decision making in eco-efficient product design, evaluate design alternatives, evaluate product improvement strategies, define marketing, research and development, and sustainable innovation strategies (LUZ et al, 2016). Thus, from a sustainable design approach allows the designer to integrate environmental requirements into product development into the design activity, thus strengthening decision making and managing the sustainable product development process. This article aims to analyze and evaluate, through LCA, the environmental impacts caused in the mortar manufacturing process of a case study company, located in the state of Rio Grande do Norte. The LCA was produced using SIMAPRO software version 8.5.2, the system boundaries defined for the analysis were from the “cradle to the exit



gate”, that is, from the extraction to the distribution process, taking as a functional unit the daily production of ACIII mortar (type of mortar), equivalent to two thousand bags. The results demonstrate the importance of applying LCA during the design process of sustainable design, pointing to the designer what are the main impacts of the process, where they are located and thus helping to develop new and more assertive solutions. The analyzes also contribute to the formulation of new sustainability strategies for the company such as logistics solutions, reuse, by-products, reduction of energy costs or replacement of chemical components, recycling.

KEY WORDS: *Life Cycle Assessment; LCA; Sustainable; Sustainable Design.*

1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Apesar do conceito de desenvolvimento sustentável já ter reconhecimento e importância na sociedade atual, que levou à Conferência Rio-92 e suas continuações, o mundo continua a buscar apenas o desenvolvimento econômico. Segundo a WWF (2018), atualmente os países do Hemisfério Norte, com apenas um quinto da população do planeta, possuem quatro quintos dos rendimentos mundiais e consomem 70% da energia, 75% dos metais e 85% da produção de madeira mundial.

Em paralelo, as sociedades do Hemisfério Sul tomam o Norte como objetivo definindo metas de PIB como o mais importante indicador de desenvolvimento da sociedade, sem considerar o fato de que tal expansão seria social e ambientalmente inviável, “o sistema capitalista de produção produz um desenvolvimento eminentemente insustentável” define Melo (2006), se referindo à forma como os sistemas de produção atualmente operam.

Segundo a WWF (2018) caso os países do Hemisfério Sul copiassem os padrões das sociedades do Norte, a quantidade de combustíveis fósseis consumida atualmente aumentaria 10 vezes e a de recursos minerais, 200 vezes. O desenvolvimento econômico é essencial para os países emergentes e mais pobres, como o Brasil, entretanto os fatores sociais e ambientais também devem ser considerados, como propõe o desenvolvimento sustentável.

“Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” é a atual definição para o conceito, de acordo com o Relatório Brundtland, em 1987 (BRANDÃO, 2012).

1.1. Design Sustentável

Sob a ótica do desenvolvimento sustentável na qual aquilo que é sustentável equilibra os fatores econômicos, sociais e ambientais de acordo com o Triple Botton Line (The Economist, 2009), o design surge com um papel importantíssimo. Segundo Leão (2003) o design de determinado produto, processo ou serviço é responsável por aproximadamente 60% dos impactos ambientais das atividades industriais. Desta forma, uma abordagem sustentável aplicada ao design permite ampla redução dos impactos ambientais e sociais, mantendo-se economicamente viável. Esta abordagem é conhecida como design sustentável.

Diferente do design tradicional, o design sustentável surge com uma abordagem caracterizada por adotar aspectos projetuais que o design tradicional atualmente não adota (ALVES, 2010; MANZINI E VEZZOLI, 2002). O Design Sustentável pode ser considerado como uma evolução do

processo de inovação utilizando as abordagens multidisciplinares de design no desenvolvimento de produtos e cujos objetivos consideram as variáveis socioambientais do projeto, além das variáveis técnicas e econômicas, comumente consideradas (ESTAREGUE, 2009).

Dentre as técnicas e abordagens utilizadas pelo Design Sustentável, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), é uma das ferramentas que melhor auxilia o projeto. Segundo Moreno et al. (2011) e Gmelin e Seuring (2014) a ACV avalia os impactos ambientais e de saúde humana associados ao ciclo de vida de um produto, processo ou serviço, desde o berço ao túmulo, tais como alterações climáticas, acidificação, eutrofização, toxicidade humana, uso da terra e depleção de recursos.

A ACV é capaz de comparar o perfil ambiental de um produto em relação a outro existente, apoiar a tomada de decisão na concepção de produto eco eficiente, avaliar alternativas de design, avaliar estratégias de melhoria em produtos, definir estratégias de marketing, pesquisa e desenvolvimento e inovação sustentável (LUZ et al, 2016). Luz (2016) também destaca que, “além de permitir a integração dos requisitos ambientais no desenvolvimento do produto, a ACV pode fortalecer a tomada de decisões e gestão do processo de desenvolvimento sustentável de produtos”.

1.2. Análise do Ciclo de Vida no Design Brasileiro

Como visto, o uso e a pesquisa de ferramentas como a ACV têm um papel importante para o desenvolvimento de novos produtos/processos sustentáveis. Apesar de sua importância, o Brasil ainda carece de estudos em ACV, como mostra o estudo de Luz et al (2014) com o ranking dos 10 países que mais desenvolveram estudos em ACV em comparação com o Brasil (figura 1).

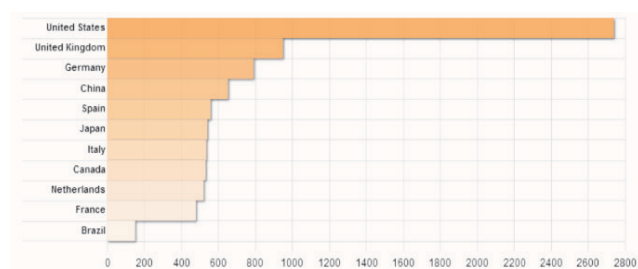


Figura 01 – Ranking Mundial
Fonte: Luz et al(2014).

Dentre 183 pesquisas em ACV realizadas no país desde 1997, quase 85% abordam aplicações de ACV em alguma área do conhecimento ou apenas a etapa do inventário de ciclo de vida (LUZ et al, 2014).

O cenário da ACV aplicada ao design se mostra ainda mais incipiente. Em pesquisa realizada por Selhorst et al (2017) aponta que atualmente a ACV é pouco utilizada no Design Brasileiro (figura 2), configurando cerca de 1,7% da produção de artigos relacionados à design nos principais congressos do setor nos últimos anos. Ainda, os resultados também apontam para o potencial de crescimento de pesquisas de ACV para o incremento dos projetos de design, aperfeiçoando assim a sustentabilidade dos mesmos (SELHORST et al, 2017).

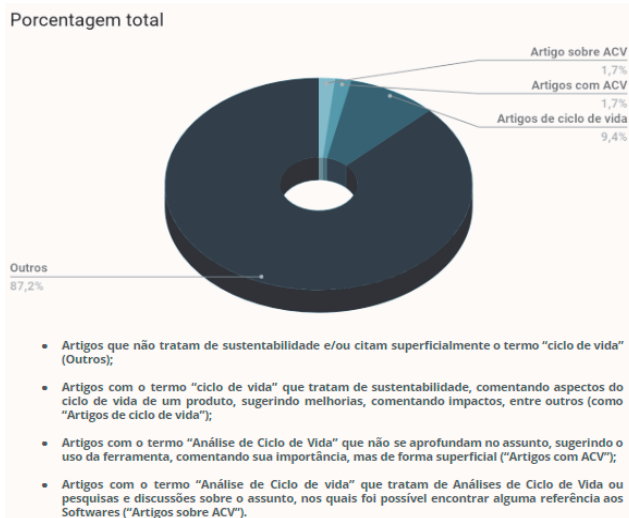


Figura 02 – Artigos de ACV no Design
Fonte: Selhorst et al(2017).

No contexto deste potencial crescimento, o setor de mineração, altamente impactante, vem aplicando ACV em sua cadeia de valor, a fim de reduzir os impactos de suas atividades. Assim, o design sustentável, juntamente com ACV, pode ser de grande valor agregado para o incremento ambiental desse setor.

1.3. Impactos no setor da construção civil: mineração

O setor de mineração implica em consumo elevado de recursos naturais e energia, o que conseqüentemente gera grandes quantidades de emissões gasosas, líquidas e sólidas, contaminantes do meio ambiente (CANCHCUMANI, 2015). Impactos esses com potenciais danos sociais, haja visto os desastres ambientais causados pelos rompimentos das barragens de resíduos sólidos da mineradora vale do rio doce em Mariana em 2015 e Brumadinho em 2019. Assim, é de grande importância fazer o monitoramento do setor no que se refere às questões de seus impactos ambientais, tornando-se necessário conhecer, quantificar e qualificar os recursos utilizados, os resíduos gerados, assim como suas emissões (CANCHCUMANI, 2015).

Dentre os impactos nas categorias de Saúde Humana, Ecossistemas e Consumo de Recursos, os principais que envolvem os processos de mineração são: Material Particulado, Mudanças Climáticas no Ecossistema, Depleção de Metais, Ocupação da Terra Agrícola, Ocupação de Terra Urbana, Transformação da Terra Natural e Depleção Fóssil (CANCHCUMANI, 2015).

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é demonstrar a importância da aplicação da ACV durante o processo projetual do design, apontando para o designer os impactos para além do projeto do produto. Ainda, objetiva analisar e avaliar, por meio da ACV, os impactos ambientais causados no processo de fabricação de argamassa de uma empresa estuda de caso, localizada no Estado do Rio Grande do Norte.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é resultado de uma parceria com a empresa Brasil Química e Mineração Industrial Ltda (BQMIL), localizada na cidade de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte (RN). A empresa é responsável pela maior produção de argamassa do estado, atendendo o setor de construção civil e petróleo e gás, e conta com a maior rede de distribuição e lojas de material de construção do RN e, atualmente, a empresa procura entender seus processos fabris a fim de desenvolver estratégias de redução de seus impactos ambientais. A ACV foi realizada em software SIMAPRO 8.5.2 e, como Unidade Funcional (UF), foi definida a produção de 30 toneladas (2000 sacos) de argamassa ACIII embalada, representando 22% da produção diária total que é de, aproximadamente, 135 toneladas (9.000 sacos de 15 kg). Tal argamassa é o produto de maior valor agregado da empresa e, portanto, definida como UF desse estudo, para a análise e compreensão de seus impactos ambientais. As fronteiras da ACV foram definidas desde a extração da matéria prima até a produção final do produto, também conhecida como "do berço ao portão de saída" e todos os inputs da modelação e da produção do produto, foram fornecidos pela empresa e/ou obtidos em literatura e base de dados Ecoinvent versão 3.3. As fronteiras do sistema estão definidas na figura 3.

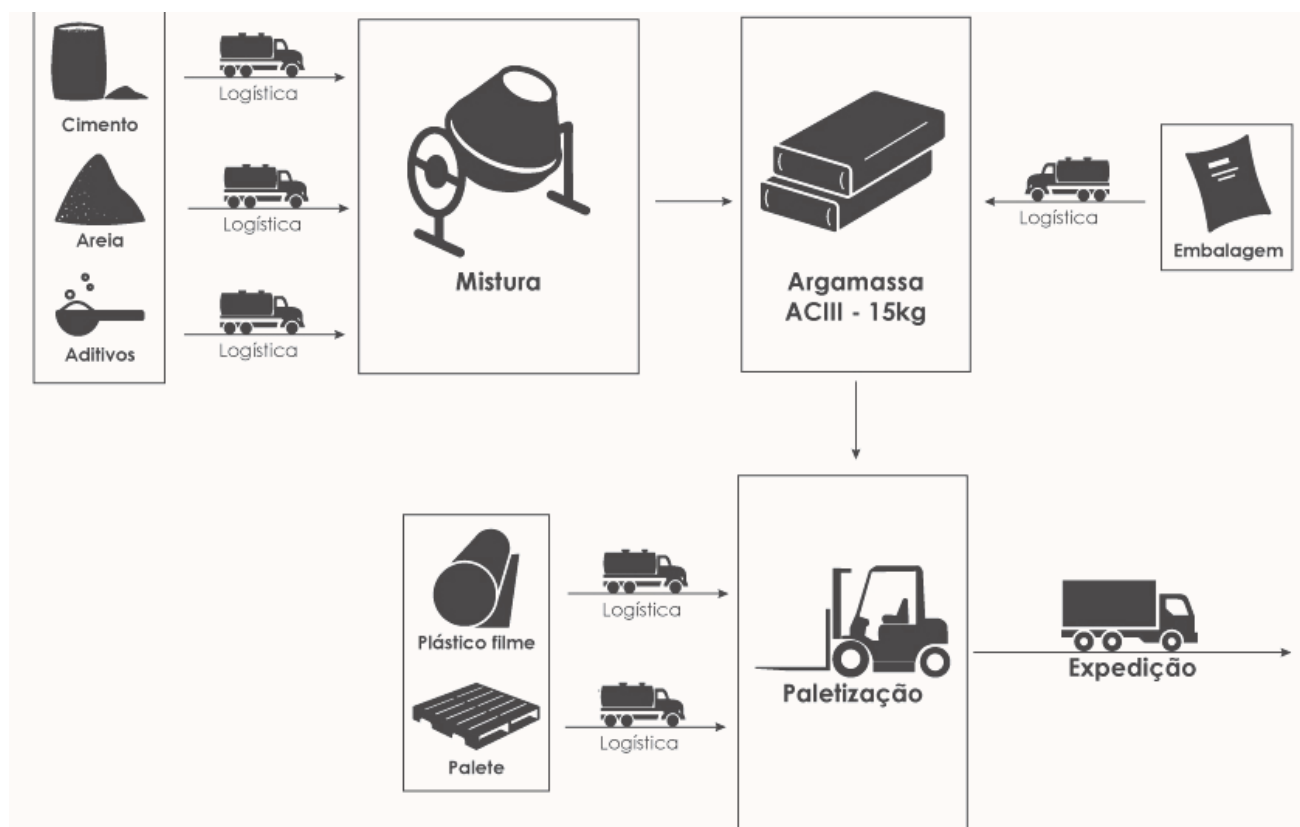


Figura 03 – Fronteiras do Sistema
Fonte: Feito pelos autores.

4. INVENTÁRIO E CICLO DE VIDA

A argamassa pode ser definida como uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (ABNT, 2001). Assim, para a fabricação da argamassa em estudo, são utilizadas areia, cimento e dois aditivos distintos na mistura, embalagem plástica para envasamento. Na fase de expedição são necessários pallet e plástico filme na embalagem do produto em lotes.

Insumo	Material	Quantidade	Unidade
Cimento CP-II-F-32	Cimento Portland	26.325	ton
Areia 40/40	Areia (Calcária)	148.150	ton
Vinapass 5010	Aditivo Inorgânico	405	kg
Celotex 25kg MK50	Aditivo Orgânico	270	kg
Filme Stratch Manual 500mm C/25 MI	Resina de Polietileno (baixa densidade)	25.53	kg
EMB ACIII Normal	Polietileno (alta densidade)	63	kg
Pallet	Madeira	90	peças

Tabela 01 – Inventário concentrado
Fonte: Feito pelos autores.

Desta forma são produzidos diariamente cerca de 2000 sacos de argamassa ACIII (equivalente a 30 ton), o fluxo-grama de processos pode ser observado a figura 4. A areia é extraída de uma jazida à 70 km de distância da planta fabril, sendo necessárias diariamente 148,150 toneladas de areia, transportadas a partir de transporte rodoviário. A argamassa ACIII é composta por 74,2% de areia, o inventário contabilizou o processo de sua chegada, seus 3 peneiramentos, sua armazenagem e secagem. Ao longo do processamento são perdidos cerca de 30% da massa total de areia, totalizando 108 toneladas de areia refinada ao final da produção. o processo base da extração foi retirado da base de dados do Ecoinvent. dentre os componentes da mistura, a areia é o único insumo processado na BQMIL.

Por sua vez, o cimento, tipo Portland, é adquirido do fornecedor LafargeHolcim localizado à 140 km de distância da BQMIL, transportados a granel via transporte rodoviário. Diariamente são utilizados de 26,325 ton de cimento, cerca de 20% desse valor total é destinado para a composição da ACIII, tal valor equivale à 25,3% da mistura total. O processo base do processo de extração e fabricação do cimento foi retirado da base de dados do Ecoinvent, no Simapro.

Adquiridos da empresa Aditex, os aditivos percorrem 454 km até a fábrica, sendo eles um aditivo orgânico (Celotex) e um inorgânico (Vinapass), utilizados diariamente 270 kg e 405 kg, respectivamente. Os processos base utilizados para a modelagem dos mesmos foram obtidos na base de dados Ecoinvent.

O processo de embalagem envolve outros dois produtos, também adquiridos de fornecedores, que são as

embalagens plásticas (polietileno) para envasamento de 15 kg de argamassa por embalagem, e o plástico filme Stratch (polietileno) para embalagem dos paletes de expedição. As embalagens são compradas da empresa Inplac, localizada em Santa Catarina e o plástico filme é adquirido da empresa GDM Plasticos, localizada em também em Santa Catarina, tais empresas estão distantes da BQMIL em 3.530 km e 791 km, respectivamente.

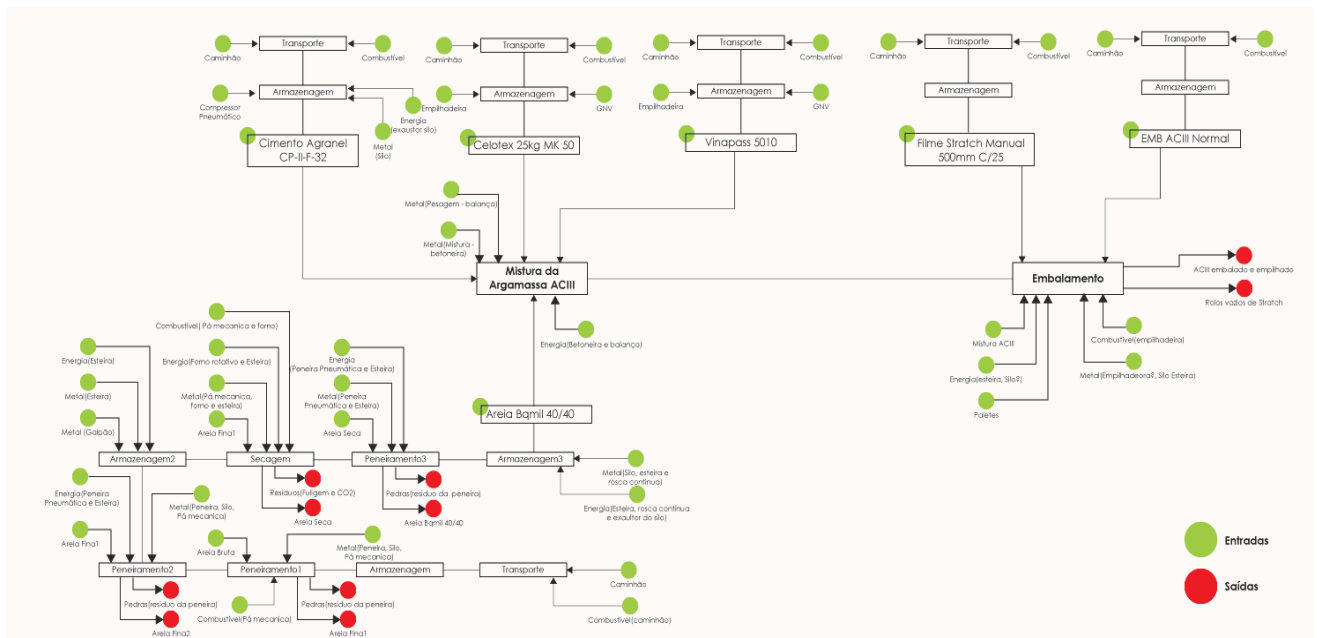


Figura 04 – Fluxograma de Processos
Fonte: Autores.

Os equipamentos utilizados para o processamento da areia, transportes internos, mistura e embalagem foram analisados considerando o seu consumo energético (gás natural, gasolina, eletricidade, diesel) e os materiais de suas composições (aço, alumínio, cobre).

Os componentes são então misturados em um misturador tipo betoneira, de acordo com as suas parcelas na composição da argamassa tipo ACIII. A mistura é então fracionada para embalagens de 15 kg, utilizando-se de uma ensacadeira e estocada, finalizando a fronteira do sistema analisado neste trabalho.

5. ANÁLISE DE CICLO DE VIDA RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método utilizado para a análise do ciclo de vida foi ILCD 2011 Midpoint + que é o resultado de um projeto realizado pelo Joint Research Centre (JRC) da Comissão Europeia (2011) que analisou várias metodologias de ACV visando chegar a um consenso entre os métodos recomendados para cada tema ambiental, desenvolvendo, assim, um

método que abrange uma ampla variedade de problemáticas que são: acidificação, mudança climática, esgotamento de recursos, ecotoxicidade, eutrofização, toxicidade humana, ionização, uso de terra, degradação da camada de ozônio, partículas suspensas e oxidação.

Os resultados (figura 5) apontam que do impacto total de fabricação da argamassa, 90,7% é decorrente do produto em si, aqui nomeado como “Mistura”, ou seja, o produto final até sua composição final no misturador, agrega quase que o total de impactos gerados pela UF. Ainda, 9,3% dos impactos gerados são decorrente dos processos de Ensacamento (embalagem, plástico, pallets), desse valor, a maior fração dos impactos (8,1%) são causados apenas pelo pallet de madeira, utilizado para estocagem e logística da argamassa.

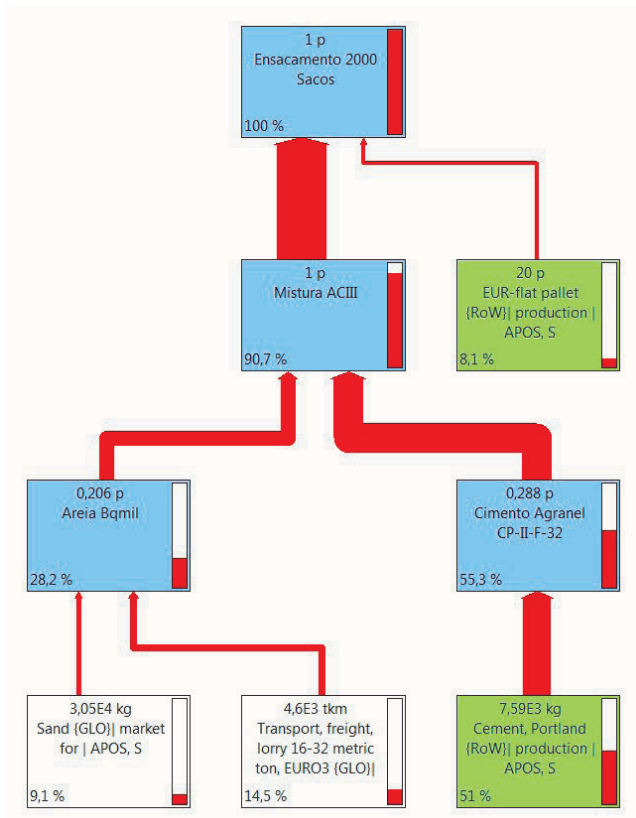


Figura 05 – Análise de rede
Fonte: Feito pelos autores.

Um impacto significativo visto que são utilizados 20 pallets diariamente. De acordo com Bilbao et al.(2010) esse impacto é decorrente da alta emissão de CO2 e alto consumo de energia gerado no processo de fabricação e distribuição do pallet, visto que dentro do processo de expedição dos sacos, os pallets utilizados não retornam à fábrica e são comumente destinados à aterros ou à incineração, resultando, assim, em grande desperdício e consumo de recursos. Uma possível abordagem de design de logística para o problema seria uma busca de novas soluções para a distribuição dos sacos, uma alteração do tipo de pallet e seu material de constituição e uma estratégia de reinserção dos pallets no processo de distribuição. Referente aos maiores impactos causados pela fabricação da argamassa BQMIL, a figura 6 mostra em maiores detalhes, os impactos causados pela “Mistura” de argamassa. Os resultados mostram que Areia, Cimento Portland, aditivo Celotex e aditivo Vinapass causam, respectivamente, 31,1%, 61%, 3,81% e 3,52% do impacto referente à fabricação da argamassa. Percebe-se que os insumos cimento e a areia com seus transportes e insumos energéticos embutidos nos seus processos sua obtenção possuem os impactos mais significativos (92,1%) do total da Mistura. Visando aprofundar esta análise, buscou-se compreender a mistura da argamassa.

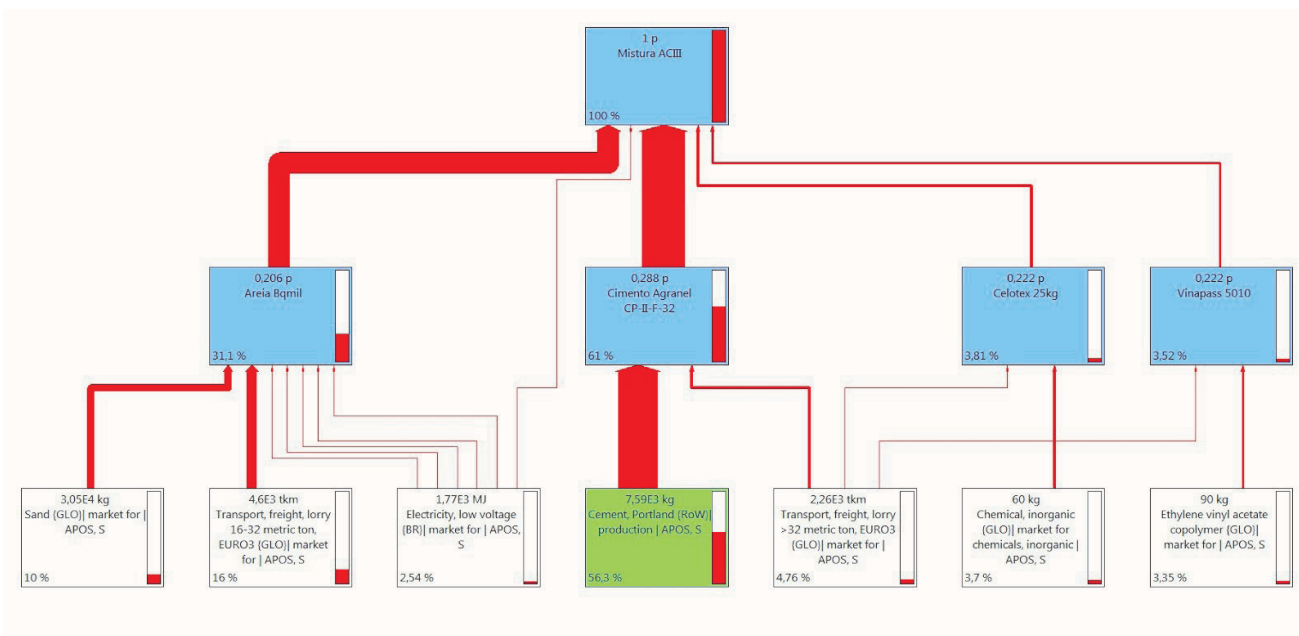


Figura 06 – Análise de rede 2
Fonte: Autores.

O cimento, dentre os componentes necessários para a confecção da argamassa, é o maior responsável pelo impacto da fabricação de argamassa com 61% do impacto total, no intuito de compreender a razão pela qual o impacto do

cimento se mostrou tão elevado, sendo que, retirando o impacto do transporte, 56,3% do impacto é causado unicamente do processo de fabricação do mesmo. O detalhamento do processo de produção do cimento na base de dados

demonstrou que a contribuição do Clinker nos impactos totais é a mais significativa. Este material é utilizado na fabricação do Cimento Portland que libera grandes quantidades de CO₂ e possui um grande consumo energético (ECYCLE,2019). Sendo o cimento um insumo que está fora da cadeia de produção da BQMIL, o design pode colaborar com estratégias de cooperação entre os players na cadeia de valor dos produtos, incrementando a eco inovação de maneira sistêmica.

Referente a areia, com 31,1% de representatividade no impacto da Mistura, apresenta maior impacto ambiental relacionado ao seu transporte (16%) seguido pela extração da areia (10%) e pelo consumo energético referente ao seu processo (2,54%). Visto a extração desse insumo se encontrar a 70 km da empresa e, devido ao alto consumo diário de areia (148.150 ton), são necessários 4 caminhões para tal transporte, resultando no alto impacto apresentado pela logística do insumo. Apesar de que frequentemente a atividade da mineração é associada à grandes impactos ambientais, a extração da areia possui um impacto relativamente baixo, um dos motivos pode estar relacionado ao fato que durante o processo não há uso de explosivos ou químicos, normalmente usados para outros tipos de minerações (MADEHOW, 2019). Por sua vez, a empresa possui uma jazida de areia, o que possibilita ampla colaboração do design em desenvolver soluções menos impactantes.

Os resultados apontam que a logística, referente ao transporte de todos os insumos (areia, cimento, aditivos e materiais para embalagem), é responsável por cerca de 20,76% do impacto total da mistura. Assim, um projeto de design nesse contexto deve considerar tal informação como significativa, visto a importância da logística no impacto do produto. Por sua vez os aditivos são responsáveis por 7,33% dos impactos, resultado considerado significativo, visto a baixa quantidade dos mesmos na composição da Mistura.

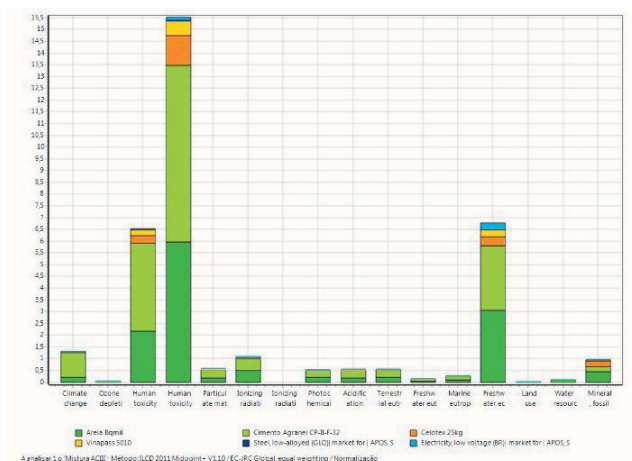


Figura 07 – Normalização e categorias de impactos da Mistura
 Fonte: Feito pelo autor.

Utilizando de análise normatizada é possível avaliar em detalhes todas as categorias de impactos e onde ocorrem os principais impactos. Os impactos causados à saúde humana, com e sem efeitos cancerígenos, é a maior categoria de impacto causado pelo produto (Human Toxicity), como é possível verificar na figura 7. Tal impacto é causado, principalmente, pelos insumos cimento e areia, seguido dos impactos causados na água (Fresh Water), também majoritariamente proveniente do cimento e areia. Portanto, um processo de design sustentável deve priorizar os impactos significativos e suas respectivas causas para desenvolver um projeto realmente sustentável e que alcance uma redução significativa do impacto final do produto.

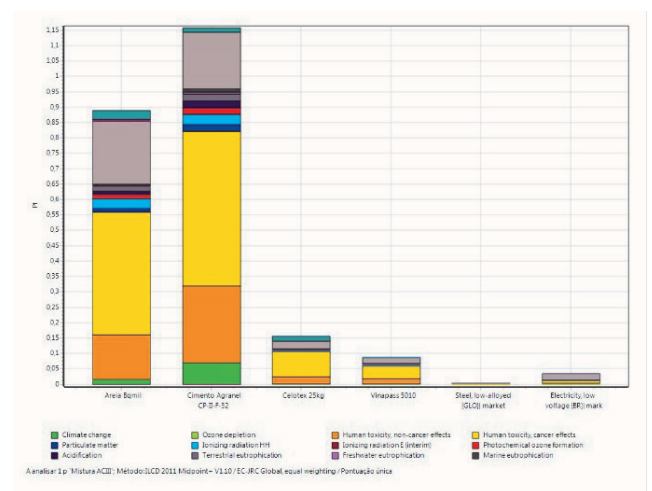


Figura 08 – Inventário Parcial
 Fonte: Feito pelos autores.

Os aditivos por sua vez possuem um alto impacto na saúde humana, especialmente cancerígeno, considerando que a sua aplicação na mistura é baixa, podendo ser um item a ser considerado em projetos futuros para a redução do uso do mesmo. A figura 8 demonstra mais detalhadamente como os impactos se distribuem em cada categoria de impacto.

6. CONCLUSÃO

Este estudo apresenta a aplicação da avaliação de Ciclo de Vida (ACV) na fabricação da argamassa tipo ACIII da empresa estudo de caso BQMIL. Como definido anteriormente, o uso de uma ACV no Design Sustentável permite a decisão na concepção de um produto mais ecoeficiente, avaliar alternativas de design realmente sustentáveis, avaliar estratégias de melhoria em produtos, definir estratégias de marketing, pesquisa e desenvolvimento e inovação sustentável (LUZ et al, 2016).

A ACV realizada e aplicada ao estudo de caso permitiu verificar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida antes não percebidos pelo designer, trazendo uma

visualização mais abrangente e sistêmica de todo o processo e, conseqüentemente, permitindo ao profissional tomar decisões projetuais com argumentos baseados em impactos mensurados em diferentes categorias e tipos de fontes de impacto, como por exemplo a logística. Evidenciando assim que a ACV permite ao designer uma ação mais pragmática e assertiva na definição das variáveis sustentáveis do seu projeto e, portanto, no desenvolvimento de soluções que realmente diminuam o impacto causado pelo produto do projeto, ou seja, soluções realmente sustentáveis. Dessa forma, os resultados apresentados possibilitam o desenvolvimento de novas e melhores soluções por meio do design sustentável para o processo de fabricação de argamassa, permitindo a criação de propostas para otimização de logística, redução de desperdícios, reuso de coprodutos, aumento de ciclo de vida por reuso, criação de marketing sustentável, entre outros. Todas possíveis soluções que possuem precisão e assertividade e podem ser aplicadas estrategicamente devido aos dados coletados. Verifica-se, portanto, a importância da ACV ao processo projetual de Design Sustentável e sua eficácia no desenvolvimento de soluções menos impactantes.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISSO 13281:2001 ABNT/CB18:** Comissão de Estudo de Métodos de Ensaio para Argamassas para Assentamento e Revestimentos. Brasil, 2001a
- ALVES, C.** Sustainable Design trough jute fiber composite. Ed. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2010
- BILBAO, A. M. et al.** Environmental impact analysis of pallets management. IIE Annual Conference and Expo 2010 Proceedings, Rochester, 2010.
- BQMIL - BRASIL QUÍMICA E MINERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA.** Site Institucional. Mossoró. RN., 2019. Disponível em: <http://bqmil.com.br/index.html>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- BRANDÃO, Vladimir** In **AZEVEDO, João Humberto.** Sustentabilidade – Crescimento econômico com responsabilidade social. RBA, Março/Abril2012. Pg.36.
- CANCHUMANI, G. et al.** Avaliação do Ciclo de Vida na Mineração: Estudo da produção de minério de ferro. CETEM/MCTI, Florianópolis, Rio de Janeiro, RJ, julho, 2015.
- ECYCLE.** Clínquer: o que é, impactos ambientais e alternativas. Matérias, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/5870-clinquer>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- ESTAREGUE, D., A** (in) sustentabilidade da publicidade de automóveis, in Design. 2009, IADE: Lisboa.
- HOW PRODUCTS ARE MADE.** Sand. Volume 3, [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-3/Sand.html>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- JRC, Joint Research Centre da Comissão Europeia.** ILCD handbook. 2018. Disponível em: http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page_id=86. Acesso em: 29 dez. 2018.
- LEÃO, A. L.** (Org.) Primeiro Convênio IST – Lisboa / UNESP. Botucatu, 2003.
- LUZ, L. et al.** Aplicação da ACV no processo de desenvolvimento de produto. Congresso de Administração da América Latina, Natal, RN, Brasil, setembro 2016.
- LUZ, L. et al.** A Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil na Última Década. IV Congresso Brasileiro sobre Gestão pelo Ciclo de Vida, Bernardo do campo, SP, Brasil, dezembro, 2014.
- MANZINI, E., VEZZOLI, C.** O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - Os requisitos de produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002
- MELO, M. M. de.** Capitalismo versus sustentabilidade: o desafio de uma nova ética ambiental. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.
- SELHORST, R.; ALVES, C.; ESTAREGUE, D; GONÇALVES, M.** Análise da Aplicação de Análise de Ciclo de Vida no Design Brasileiro. ENSUS, V Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Florianópolis, 2017.
- PRÉ SUSTAINABILITY.** Simapro. [S. l.], 1994. Versão 8.5.2., 2018. Digital.
- THE ECONOMIST.** The Economist. Triple bottom line. Nov 17th 2009. Disponível em: <http://www.economist.com/node/14301663>. Acesso em 23 jan. 2019.
- WWF.** O que é desenvolvimento sustentável?. Conceitos, [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/. Acesso em: 15 abr. 2019.

AUTORES

ORCID: 0000-0003-0212-2792

RAFAEL DA ROSA SELHORST | UFSC | Design | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: R. Lauro Linhares, 1288 - Blc 3, Apto 401 - Estreito - Florianópolis/ SC - 88036-001 | E-mail: rafaelr.selhorst@gmail.com.

ORCID: 0000-0003-4622-3907

THALIS HENRIQUE DUARTE BARRETO NOBRE | Universidade Federal do Rio Grande do Norte | Bacharelado em Design | Natal, RN - Brasil | Correspondência para: Rua Rio Juruá, 7726 – Pitimbú, Natal – RN, 59068-290 | E-mail: thalisnobre@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2541-300X

CRISTIANO ALVES, Dr. | UFSC | Design | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: R. Santos Saraiva, 739 - Apto 101 - Estreito - Florianópolis/SC - 88070-100 | E-mail: cralves-design@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4622-3907>

FELIPE LUIZ BRAGHIROLI | Universidade Regional de Blumenau | Ciências Biológicas | Blumenau, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Alonso Grosch, 86 - Casa 10 - Velha, Blumenau - SC, 89041-160 | e-mail: felipe.braghirolli@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SELHORST, Rafael da Rosa; NOBRE, Thalís Henrique Duarte Barreto; ALVES, Cristiano; BRAGHIROLI, Felipe Luiz. ACV no Processo de Design: Análise dos Impactos Ambientais da Fabricação de Argamassa na Região Nordeste do Brasil. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 19-28, mar. 2020.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n1.19-28>.

DATA DE ENVIO: 29/05/2019

DATA DE ACEITE: 26/09/2019