

## **Análise da Aplicação de Análise de Ciclo de Vida no Design Brasileiro**

### *Analysis of the Application of Life Cycle Assessment in Brazilian Design*

**Rafael Selhorst, Bacharelado, UFSC**

rafaelr.selhorst@gmail.com

**Cristiano Alves, PHD, UFSC**

cralvesdesign@gmail.com

**Daniela Estaregue Alves, UFSC**

daniesta@gmail.com

**Marilia Matos Gonçalves, UFSC**

marilinhamt@gmail.com

#### **Resumo**

O design tem um papel importante para o desenvolvimento sustentável ao projetar novos produtos e serviços sustentáveis. Assim, o uso da abordagem ACV (Análise do Ciclo de Vida) no design é de grande ajuda para este desafio. Este artigo objetiva apresentar um levantamento de dados e análise sobre ACV aplicada ao design no Brasil, considerando a sua importância no processo projetual e o desenvolvimento sustentável. Assim, foi realizado o mapeamento bibliográfico dos últimos 3 anos dos respectivos congressos: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design (P&D) e do Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (SBDS). Os resultados apontam que a ACV tem sido pouco utilizada e pesquisada pelo design, representando apenas 1,7% dos trabalhos publicados, com autorias concentradas nas regiões Sul e Sudeste. Finalmente, pode ser verificado o potencial de crescimento de pesquisas de ACV aplicadas ao design no desenvolvimento de projetos sustentáveis e com isso estimular a sua consolidação no Brasil.

**Palavras-chave:** Análise de Ciclo de Vida; ACV; Sustentabilidade; Design

#### **Abstract**

*Design plays an important role in sustainable development by designing new sustainable products and services. Thus, the use of the Life Cycle Analysis (ACV) approach in design is a great help for this challenge. This article aims to present a survey of data and analysis on LCA applied to design in Brazil, considering its importance in the design process and sustainable development. Thus, the bibliographic mapping of the last three annals of the respective congresses was carried out: Brazilian Congress of Research and Development in Design (P&D) and the Brazilian Symposium on Sustainable Design (SBDS). The results show that LCA has been little used and researched by design, representing only 1.7% of the published works, with authorship concentrated in the South and Southeast regions. Finally, it is possible to verify the potential for growth of LCA research applied to the design in the development of sustainable projects and with that stimulate its consolidation in Brazil.*

**Keywords:** Life Cycle Assessment; LCA; Sustainable; Design.

## 1. Introdução

### 1.1- A problemática ambiental

Segundo Schumacher (1973), os primeiros movimentos sociais em defesa do meio ambiente surgiram a partir da década de 60, com a movimentação pública causada pelas pesquisas e discussões internacionais sobre a problemática ambiental da época. Dando início a propostas de desenvolvimento econômico mais consciente.

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu pela primeira vez no início da década de 70 com o nome de “Ecodesenvolvimento” (ROMEIRO, 1999), buscando mostrar a necessidade de mudanças no estilo de vida da população, com o objetivo de garantir a adequada qualidade de vida do planeta e de seus habitantes (CAVALCANTI, 2003). “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)

A preocupação com o desenvolvimento sustentável fez com que em 1972 ocorresse a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, seguida de suas próximas edições, RIO - 92 em 1992, RIO+10 em 2002, e RIO+20 em 2012. Tais discussões internacionais propuseram diversas medidas visando respeitar o ecossistema em que vivemos para proteger a saúde humana e o meio ambiente. A grande repercussão desses eventos, entre outros, gerou a atual consciência coletiva sobre a responsabilidade de proteger a saúde e o bem-estar desse ecossistema. (ONU, 2016)

O crescimento de opinião pública no tema sustentabilidade paralelamente foi afetando também a opinião do consumidor:

Isso ocorreu porque o ciclo de vida dos produtos e serviços tornou-se mais complexo, ou pelo menos a sociedade e em especial os geradores da demanda notaram que aquilo que consumiam tinha muito mais do que o poder de satisfazer uma necessidade ou desejo. O ciclo de vida do produto ganhou tantos acessórios que passou a criar diferentes valores no mercado consumidor, entendendo aqui valor, inicialmente, como o benefício recebido ao comprar um produto, sem esquecer também de todo o custo que foi necessário para tê-lo. (PAVELOSKI, 2006)

Nesse contexto de pressão política e de consciência pública, diversas normas foram sendo criadas para empresas que oferecem serviços ou produtos se tornarem mais sustentáveis, como a família de normas ISO 14000 que trata de gerenciamento ambiental, a ISO 26000 e a SA 8000 que tratam de responsabilidade social, a OHSAS 18001 sobre sistemas de gestão de segurança e higiene ocupacional, a AA 1000 sobre responsabilidade socioambiental, a *Global Reporting Initiative*, o Pacto Global da ONU e a P+L ou Produção Mais Limpa. Considerando o *Triple Bottom Line*, em que a sustentabilidade é o balanço entre o Social, Ambiental e Econômico. (The Economist, 2009)

### 1.2- Análise do Ciclo de Vida (ACV) no projeto de produtos

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta de gestão ambiental, que mostra que todo produto provoca mudanças e impactos no meio-ambiente e tal impacto “pode

ocorrer durante a extração das matérias-primas utilizadas no processo de fabricação do produto, no próprio processo produtivo, na sua distribuição, no seu uso, ou na sua disposição final” (IBICT, 2006).

De acordo com a ISO 14040, que trata do conjunto de normas para conduzir análises de ciclo de vida de produtos e serviços, a ACV é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante:

- a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto;
- a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas;
- a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos. (NBR ISO 14040:2001)

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 importância de ferramenta pode ser constatada pelas suas diversas aplicações como: 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 et al (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”.

Retomando que para o desenvolvimento sustentável é importante que sejam produzidos novos produtos sustentáveis e que segundo Leão (2003) o design é responsável por aproximadamente 60% dos impactos ambientais das atividades industriais, o desenvolvimento de Análises de Ciclo de Vida é muito importante para o design e, mais especificamente, para o 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).

Tais variáveis socioambientais e técnicas, como o uso de materiais e energia, redução de custos, eficiência, redução de disposição de resíduos, redução de riscos, entre outras, são fornecidas por ACV's. Deve-se considerar também os potenciais benefícios obtidos pela organização, que incluem identificação de novos produtos, atingir ou superar expectativas de clientes, melhorar a imagem da organização e/ou marca, incremento do conhecimento sobre o produto, melhoria das relações com agências reguladoras, melhoria na comunicação interna e externa. (ISO 14062).

Atualmente a aplicação de Design Não Sustentável é incabível e visto que o uso de ACV's não apenas auxiliam, mas facilitam o processo do Design Sustentável, este artigo tem como preocupação a evolução das pesquisas de Análises de Ciclo de Vida nos últimos seis anos.

## 2. Objetivo

O objetivo desta pesquisa é mapear e analisar a atual situação das Análises de Ciclo de Vida (ACV) realizadas no Brasil, compreendendo assim a consolidação da linha de pesquisa no segmento do desenvolvimento de projetos em design, devido a importância da ACV para o processo projetual e o desenvolvimento sustentável.

## 3. Metodologia

A pesquisa foi realizada via mapeamento bibliográfico dos últimos 3 anos de dois importantes eventos de design realizados no Brasil, são eles: P&D (Pesquisa & Design) nos anos de 2016, 2014 e 2012 e, SBDS (Simpósio Brasileiro de Design Sustentável) nos anos de 2015, 2013 e 2011. Tal mapeamento foi realizado com base nas seguintes palavras-chave: “ciclo de vida”, “*Life cycle*”, “Análise de Ciclo de Vida”, “ACV”, “LCA”, “*Life Cycle Assessment*”, “*Simapro*”, “*Gabbi*” e “*Umberto*” (Softwares de ACV). Após o levantamento geral, os artigos encontrados passaram por triagem para seleção daqueles que, realmente, realizavam ACV e, portanto, consolidam a linha de pesquisa no segmento do design.

## 4. Resultados e Discussões

Para melhor compreensão, deve-se considerar que as palavras-chave com o mesmo significado como “ACV”, “LCA” e “Análise de Ciclo de Vida” foram agrupadas, artigos que contêm “ACV” também estão contabilizados em “ciclo de vida” (“artigos ACV” pertencem a “artigos ciclo de vida”) e variações dos termos também foram pesquisadas (ex: “Avaliação do Ciclo de Vida”).

Ao longo do mapeamento, foram percebidos quatro tipos de artigos:

- Artigos que não tratam de sustentabilidade e/ou citam superficialmente o termo “ciclo de vida” (devido a sua irrelevância para os objetivos, estes não foram considerados nas análises);
- Artigos com o termo “ciclo de vida” que tratam de sustentabilidade, comentando aspectos do ciclo de vida de um produto, sugerindo melhorias, comentando impactos, entre outros (referidos a seguir como “Artigos ciclo de vida”);
- Artigos com o termo “Análise de Ciclo de Vida” que não se aprofundam no assunto, sugerindo o uso da ferramenta, comentando sua importância, mas de forma superficial (“Artigos com ACV”);
- Artigos com o termo “Análise de Ciclo de vida” que tratam de Análises de Ciclo de Vida ou pesquisas e discussões sobre o assunto, nos quais foi possível encontrar alguma referência aos Softwares (“Artigos sobre ACV”).

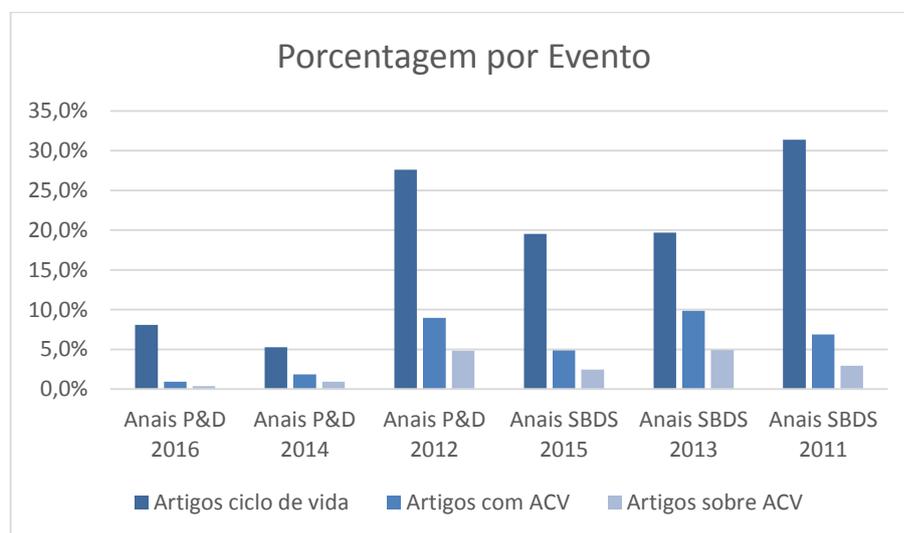
O P&D Design - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design e o SBDS – Simpósio de Design Sustentável, possuem uma clara diferença entre seus conteúdos,

enquanto o P&D trata de diversos assuntos do design, entre eles sustentabilidade, o SBDS foca exclusivamente na sustentabilidade. Nesse sentido, apesar do maior volume de artigos no P&D, como pode ser observada na Tabela 1, a quantidade de artigos voltados para sustentabilidade é menor.

	Total de artigos	Artigos ciclo de vida	Artigos com ACV	Artigos sobre ACV	Software
Anais P&D 2016	531	43	5	2	1
Anais P&D 2014	322	17	6	3	0
Anais P&D 2012	145	40	13	7	1
Anais SBDS 2015	41	8	2	1	0
Anais SBDS 2013	61	12	6	3	0
Anais SBDS 2011	102	32	7	3	0
<b>TOTAL</b>	<b>1202</b>	<b>152</b>	<b>39</b>	<b>19</b>	<b>2</b>

**Tabela 1: Resultados do Mapeamento. Fonte: elaborado pelos autores.**

No Gráfico 1, percebe-se que a quantidade de artigos “ciclo de vida” apresentou grande variação ao longo das edições dos eventos, apresentando-se em quantidade considerável no SBDS 2011 e em especial no P&D 2012 por ser multidisciplinar, com 31,4% e 27,6% respectivamente, e em menor quantidade nos outros, variando entre 5% e 20%.



**Gráfico 1: Porcentagem por evento. Fonte: elaborado pelos autores.**

Aplicando a triagem simples das palavras-chave “ACV”, “LCA”, “Análise de Ciclo de Vida” e Life Cycle Assessment”, já se percebe uma diminuição significativa na proporção de artigos, sendo o mais representativo o SBDS 2013, com 9,8%, e o menos representativo o P&D 2016, com 0,9%.

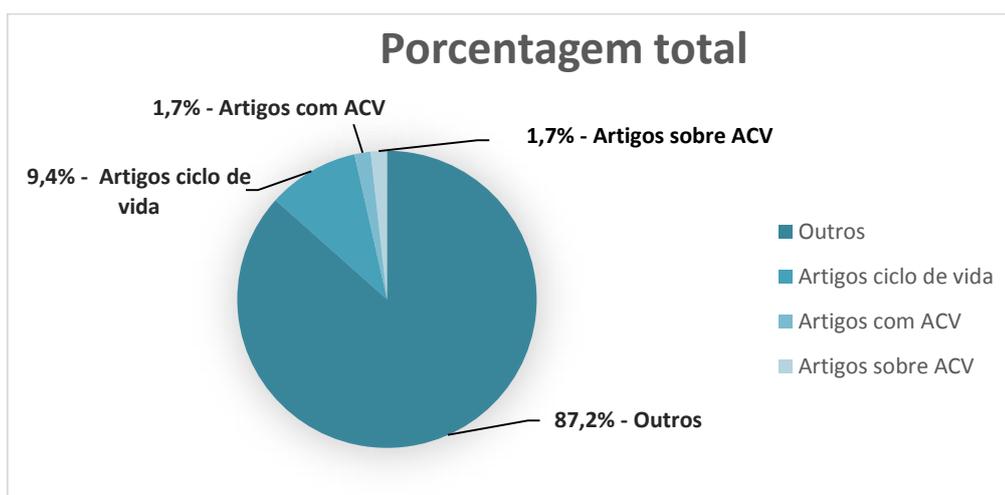
Passando por um filtro com avaliação de conteúdo sobre quais artigos realmente tratavam de ACV, os resultados se mostram ainda menores, sendo o maior valor 4,9% no SBDS 2013, seguido de 4,8% P&D 2012, de 2,9% SBDS 2011, de 2,4% SBDS 2015, caindo para 0,9% P&D 2014 e, finalizando com 0,4% P&D 2016 de representatividade. Dentre esses artigos foi encontrada referência à apenas um dos softwares, o Simapro, em dois artigos, um no P&D 2012 e outro no P&D 2016.

Avaliando os resultados reunidos, (Tabela 2), percebe-se que nos últimos seis anos dos eventos, apenas 12,6% dos artigos foram destinados a discutir questões de ciclo de vida, dentre estes 3,2% citaram ACV entre os quais cerca de 1,7% realmente tratavam de Análise de Ciclo de Vida, o equivalente à 19 dentre os 1202 artigos publicados.

Todos os Anais	Artigos	%
Total de artigos	1202	100,0%
Artigos ciclo de vida	152	12,6%
Artigos com ACV	39	3,2%
Artigos sobre ACV	19	1,6%
Outros	991	82,5%

**Tabela 2: Artigos compilados. Fonte: elaborado pelos autores.**

Outro dado que pode ser extraído é que dentre os 152 “artigos ciclo de vida” 19 são “artigos sobre ACV”, o equivalente a 12,5%, então aproximadamente 1 a cada 8 artigos que trata de sustentabilidade no ciclo de vida usou da ferramenta. Considerando aqui que os artigos selecionados estão separados (“Artigos ACV” não pertence a “Artigos ciclo de vida”), o Gráfico 2 demonstra a faixa de representatividade das ACVs.



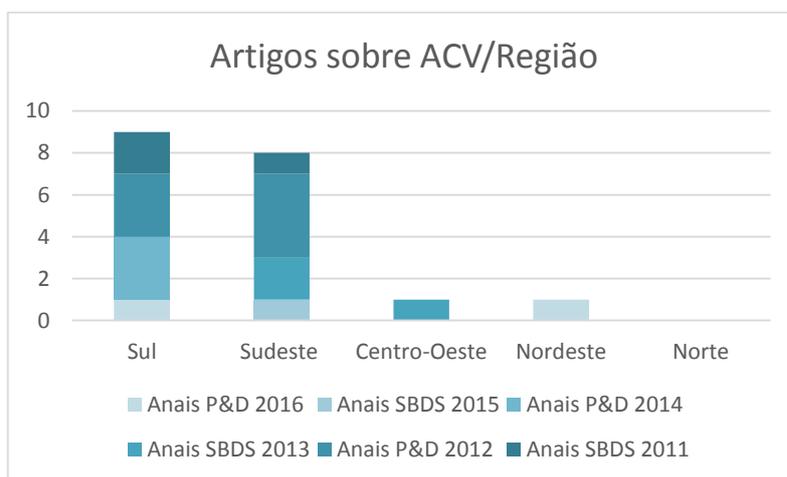
**Gráfico 2: Porcentagem total dos artigos. Fonte: elaborado pelos autores.**

A pesquisa deu também insumos para uma análise mais detalhada da atual situação da Análise de Ciclo de Vida (ACV) no Brasil fazendo uma relação Região/Tempo/Artigos sobre ACV. Os dados estão apresentados na Tabela 3.

	Sul	Sudeste	Centro-Oeste	Nordeste	Norte
Anais P&D 2016	1	0	0	1	0
Anais SBDS 2015	0	1	0	0	0
Anais P&D 2014	3	0	0	0	0
Anais SBDS 2013	0	2	1	0	0
Anais P&D 2012	3	4	0	0	0
Anais SBDS 2011	2	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

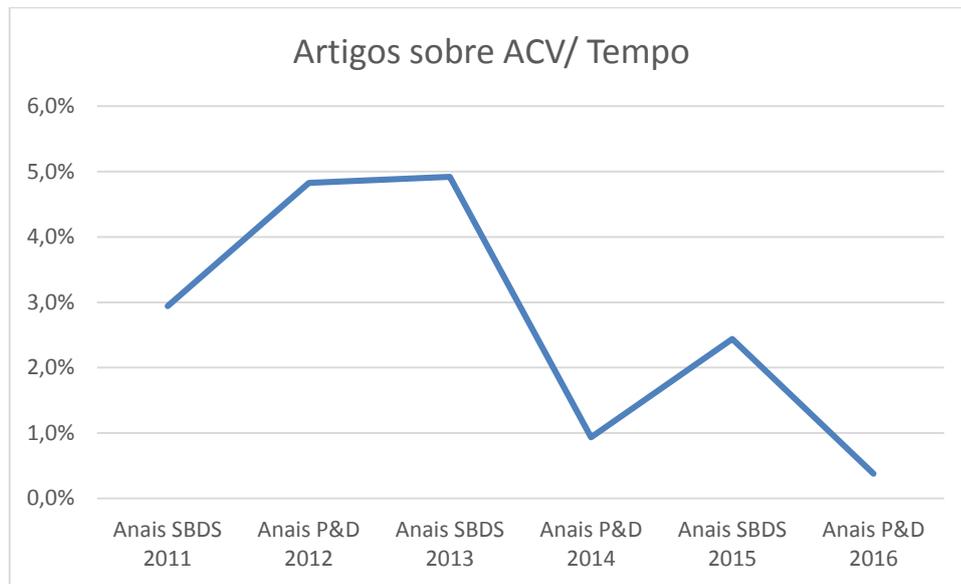
**Tabela 3: Artigos/ Região/Tempo. Fonte: elaborado pelos autores.**

Dos dados da Tabela 3 foi elaborado o Gráfico 3, mostrando a distribuição regional das pesquisas:



**Gráfico 3: Artigos sobre ACV/Região. Fonte: elaborado pelos autores.**

De acordo com o Gráfico 3, a região sul e sudeste são as que mais desenvolveram artigos no assunto, representando 89,5% de todos os artigos, enquanto Centro-Oeste e Nordeste dividem os 10,5% restantes e a região Norte não desenvolveu nenhum artigo sobre. Avaliando a linha de tempo dos últimos seis anos nesses dois eventos em porcentagem, percebe-se uma queda a partir de 2014, mas como a análise em porcentagem é relativa ao total de artigos é importante ressaltar que com exceção do ano de 2012 em que foram desenvolvidos sete artigos, todos os eventos se mantiveram numa margem de um a três artigos sobre ACV.



**Gráfico 4: Artigos sobre ACV/Tempo. Fonte: elaborado pelos autores.**

Considerando a definição da ISO 14040:2006, “A ACV trata os aspectos ambientais e os potenciais impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida de um produto desde a aquisição da matéria prima passando pela produção, uso, tratamento final, reciclagem e disposição final”, os resultados alcançados com este mapeamento são preocupantes.

Tal preocupação se dá primeiramente pela necessidade deste mapeamento, sem considerar os dados, a dificuldade de encontrar artigos que tratam de ACV no design foi significativa, os dados apresentados neste artigo são uma confirmação da hipótese, onde a proporção de artigos dos eventos varia entre 5% e 0,5%.

Em dados totais, observou-se que em seis anos foram desenvolvidos apenas 19 artigos dentre os 1202 publicados nos eventos, 1,7%, equivalente a um artigo ACV a cada 63 outros, aproximadamente. Tal dado poderia ser atribuído à interdisciplinaridade do P&D, mas avaliando apenas o SBDS a representatividade também é baixa, de 3,4%. A interpretação ideal é dada a partir dos dados numéricos, onde a média é de cerca de três por evento.

Um ponto importante que deve ser considerado é referente aos artigos “ciclo de vida” que mostraram ter uma representatividade eventualmente grande, chegando a 30%, mostrando que a preocupação com o Ciclo de Vida de produtos e serviços tem sido abordada, mas, em controvérsia, sem o uso de ferramentas de ACV presente em um de cada oito destes artigos.

A regionalidade e a temporalidade dos artigos são outros aspectos evidentes desta pesquisa. Dos 19 artigos sobre Análise de Ciclo de Vida 17 foram produzidos por universidades nas regiões Sul e Sudeste, um no Nordeste e um no Centro-Oeste. Na linha do tempo percebe-se uma aparente queda na quantidade de artigos produzidos, mas sem permitir conclusões, considerando que pode ser causado apenas pelo pico no P&D 2012.

De acordo com o apresentado, pode-se perceber que a comunidade acadêmica do design fez poucas pesquisas em Análises de Ciclo de Vida nos últimos anos e que, sendo uma ferramenta importante para o ciclo de vida de um produto ou serviço, existe uma controvérsia entre a quantidade de trabalhos que tratam de ciclo de vida e os que tratam de ACV. Assim,

existe um grande potencial para o desenvolvimento de novas pesquisas de ACV aplicadas ao design no Brasil.

## 5. Conclusão

Dado o desenvolvimento sustentável e o design, o uso e a pesquisa de ferramentas como a ACV tem um papel importante para o desenvolvimento de novos produtos sustentáveis. A partir do mapeamento realizado é possível verificar a atual situação dos trabalhos em Análise de Ciclo de Vida no Brasil.

Os resultados permitem verificar que a ACV, nos últimos anos, foi pouco utilizada e pesquisada na área do design, tendo apenas 1,7% de representatividade dentro dos anais analisados. A análise se estendeu a aspectos gerais e específicos dos artigos, avaliando também as regiões do Brasil com maior produção e o comportamento ao longo do tempo. Pode-se verificar também o potencial de crescimento de pesquisas de ACV para o incremento dos projetos de design, incrementando assim a sustentabilidade dos mesmos. É importante salientar que o trabalho não aborda eventos de engenharias, áreas que dedicam pesquisas em ACV, colaborando para a consolidação da mesma. Assim, o trabalho realizado colabora para que o design se atente para a viabilidade da ACV nos projetos e invista mais pesquisas nessa área no Brasil.

## Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14040:2009 Versão Corrigida: 2014: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil, 2009a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14062:2009. Brasil, 2009a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 26000:2010 Diretrizes sobre responsabilidade social. Brasil, 2010a.

ACCOUNTABILITY. AccountAbility's AA1000 Series of Standards. Disponível em: <<https://www.accountability.org/standards/>>. Acesso em 30 jan. 2017.

ALVES, C. Sustainable Design through jute fiber composite. Ed. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2010

BRANDÃO, Vladimir In AZEVEDO, João Humberto. Sustentabilidade – Crescimento econômico com responsabilidade social. RBA, Março/Abril2012. Pg.36.

CIESP. Centro das indústrias do estado de São Paulo. Produção Mais Limpa (P+L). Disponível em: <<http://www.ciesp.com.br/acoes/producao-mais-limpa-pl/>>. Acesso em 30 jan. 2017.

CAVALCANTI, Clóvis. Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2003

ESTAREGUE, D., A (in) sustentabilidade da publicidade de automóveis, in Design. 2009, IADE: Lisboa.

GMELIN, H.; SEURING, S. Determinants of a sustainable new product development. Journal of Cleaner Production, v. 69, 2014.

GRI. Global Reporting Initiative. About GRI. Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/information/about-gri/Pages/default.aspx>>. Acesso em 30 jan. 2017.

ISO. International Organization for Standardization. ISO 14000 - Environmental management. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/iso14000/>>. Acesso em 30 jan. 2017.

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

MANZINI, E., VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - Os requisitos de produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002

MORENO A.; CAPPELLARO F.; MASONI, P.; Amato, A. Application of product data technology standards to LCA data. Journal of Industrial Ecology, v. 14, n.4, 2011

ONU. Organização das Nações Unidas no Brasil. A ONU e o meio ambiente. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

OHSAS. Occupational Health and Safety Zone. The Health and Safety & OHSAS Guide. Disponível em: <<https://www.ohsas-18001-occupational-health-and-safety.com/>>. Acesso em 30 jan. 2017.

PACTO GLOBAL REDE BRASIL. O que é?. Disponível em: <<http://www.pactoglobal.org.br/artigo/70/O-que-eh>>. Acesso em 30 jan. 2017.

PAVELOSKI, A.; PAVELOSKI, E. Avaliação do ciclo de vida (acv) como instrumento para ações de marketing. XIII SIMPEP Bauru, SP, Brasil, novembro de 2006

ROMEIRO, A.R. Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares. 1999. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicacoes/textos/download/texto68.pdf>>. Acesso em 05 dez. 2003.

SAI - SOCIAL ACCOUNTABILITY INTERNATIONAL. SA8000®: 2014. Social Accountability 8000. International Standard. Disponível em: <<http://www.sa-intl.org/index.cfm?fuseaction=Page.ViewPage&pageId=1689>>. Acesso em 30 jan. 2017.

SCHNEIDER, B. Design - uma introdução: o design no contexto social, cultural e econômico. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

SCHUMACHER, E. F. Small is Beautiful. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 3ª edição, 1973.

THE ECONOMIST. The Economist. Triple bottom line. Nov 17th 2009. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/14301663>>. Acesso em 30 jan. 2017.