

Desenvolvimento dos Inventários de Ciclo de Vida dos Produtos Brasileiros: Estudo do Cimento Brasileiro fabricado com Resíduo Coprocessado

Ricardo de Lima Silva ⁽¹⁾; **Cristiane Ferreira Pimenta** ⁽²⁾; **Prof. Neimar Freitas Duarte**.

- (1) Mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia ambiental no Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí. Rod. Bambuí/Medeiros km 5. CEP: 38900-000. Bambuí-MG.
- (2) Mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia ambiental no Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí. Rod. Bambuí/Medeiros km 5. CEP: 38900-000. Bambuí-MG, Bolsista DTI-C - CNPQ
- (3) Professor Orientador – IFMG.

RESUMO - A fabricação de cimento é responsável por grandes emissões de gases poluentes, porém, em contrapartida, essa atividade econômica viabiliza a destinação adequada para volumes crescentes de resíduos. Esse setor produtivo será diretamente beneficiado pelo desenvolvimento dos novos Inventários de Ciclos de Vida Brasileiros. O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica sistemática sobre as iniciativas de desenvolvimento das Análises do Ciclo de Vida brasileiras. Uma pesquisa detalhada foi realizada para identificar as melhores iniciativas para desenvolvimento de um Inventário de Ciclo de Vida do cimento brasileiro produzido com resíduos coprocessados. Foi utilizada a metodologia de Revisão Bibliográfica Sistemática para seleção das publicações brasileiras e de outros países para análise e comparação. Empregou-se o software *Mendeley* para organização e armazenamento das publicações, assim como para a citação automatizada para o editor de textos. Conclui-se que as iniciativas brasileiras para desenvolvimento dos Inventários de Ciclos de Vidas Nacionais pesquisadas proporcionarão Avaliações dos Ciclos de Vidas baseadas na realidade local, permitindo comparação de impactos ambientais dos produtos e serviços brasileiros diretamente com similares de outros países.

Palavras-chave: Coprocessamento; Análise de ciclo de vida; Revisão Bibliográfica Sistemática; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O cimento é um ligante hidráulico de vasta aplicação na construção civil, sendo fabricado em especificações variadas e para diversas finalidades. É produzido em larga escala, promovendo grandes volumes de emissões de gases tóxicos na atmosfera.

VIII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

Entretanto seu processo de fabricação possibilita o coprocessamento ou queima combinada de resíduos diretamente nos fornos, devido às altas temperaturas praticadas, e esse processo concede outras vantagens como redução da deposição de resíduos em aterros, redução de emissões de metano proveniente da decomposição de matéria orgânica e destruição de substâncias tóxicas contaminantes de solos e águas, estas muitas vezes descartadas incorretamente.

De acordo com Filho (2001) , a Análise do Ciclo de Vida ACV representa uma metodologia adequada para valorizar e avaliar os potenciais impactos ambientais ocorridos durante todo o ciclo de vida de um produto ou processo também aparece como uma ferramenta eficaz para apoiar a gestão das questões ambientais. Este artigo apresenta uma revisão do panorama de sustentabilidade das indústrias de cimento no Brasil através da ACV, buscando contribuir para o avanço na construção do Inventário do Ciclo de Vida do Cimento Brasileiro. Para sua elaboração foi realizada uma revisão exploratória das publicações sobre coprocessamento de resíduos e uma comparação entre os estudos de Análise do Ciclo de vida do Cimento, baseado na norma ISO 14.040, equivalente à norma Brasileira ABNT NBR ISO 14040 (ABNT, 2001), entre outras.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido através de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que de acordo com Levy e Ellis (2006), tem por objetivo criar uma base teórica e científica acerca de um determinado tema a ser pesquisado, por meio de um processo de coleta, compreensão, análise, compilação e avaliação de artigos científicos. A RBS é uma metodologia científica aplicada na busca e análise de artigos de uma determinada área específica, facilitando a depuração de grandes volumes de publicações.

A RBS inicia-se a partir da definição de um protocolo que identifica a sequência e combinação de palavras chaves para as buscas a serem realizadas nas plataformas on-line como Capes e Google Acadêmico, utilizando-se das ferramentas disponibilizadas para exportação e organização bibliográfica. Estes recursos das plataformas eletrônicas de pesquisas aliados aos recursos do software *Mendeley*, processados pela metodologia RBS proporcionam visão ampla e detalhada do grau de avanço científico de áreas definidas.

Para a busca dos trabalhos nas plataformas as ações foram divididas em três fases:

Fase 1 – Entrada (Planejamento e Formalização): Esta RBS pretende identificar quais são as publicações sobre ACV para o cimento fabricado no Brasil utilizando coprocessamento de resíduos sólidos, analisando os trabalhos publicados em outros países que poderiam ser as melhores referências para desenvolvimento de ACV no Brasil.

VIII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

Fase 2 – Processamento: No filtro 1 foram utilizadas palavras isoladas. Nesse filtro apenas os títulos foram identificados e analisados. No filtro 2 foram aplicadas palavras combinadas por operadores. Nesse filtro apenas os títulos e palavras chaves foram analisados e foram cheçadas as aderências com o tema pesquisado, reduzindo a quantidade de resultados. É importante ressaltar que nesse filtro as leituras dos títulos e palavras-chaves, muitas vezes não foram suficientes para saber se o artigo atende aos critérios de inclusão. No Filtro 3 foram analisados resumos e foram separados os artigos que estão alinhados com os objetivos da pesquisa e que atenderam os critérios de inclusão, onde foram realizadas as leituras completas dos artigos. A partir das leituras, foram selecionados seis artigos mais relevantes, definidos como os melhores referenciais teóricos.

Fase 3 – Saídas: Entre as publicações, o coprocessamento na indústria de cimento tem sido estudado por pesquisadores de diversas áreas, destacando-se as áreas de engenharia e meio ambiente. Entre as publicações brasileiras destaca-se Cherubini e Ribeiro (2015) “Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia Desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil” publicado pelo IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, instituição que lidera e coordena o Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma comparação entre as quantidades de artigos relacionados aos termos “Coprocessamento” e “Análise de ciclo de vida” entre as 111 publicações do filtro 2. Os resultados foram classificados na figura 1, onde se percebe aumento das pesquisas realizadas nos últimos anos, enfatizando a relevância dos temas.

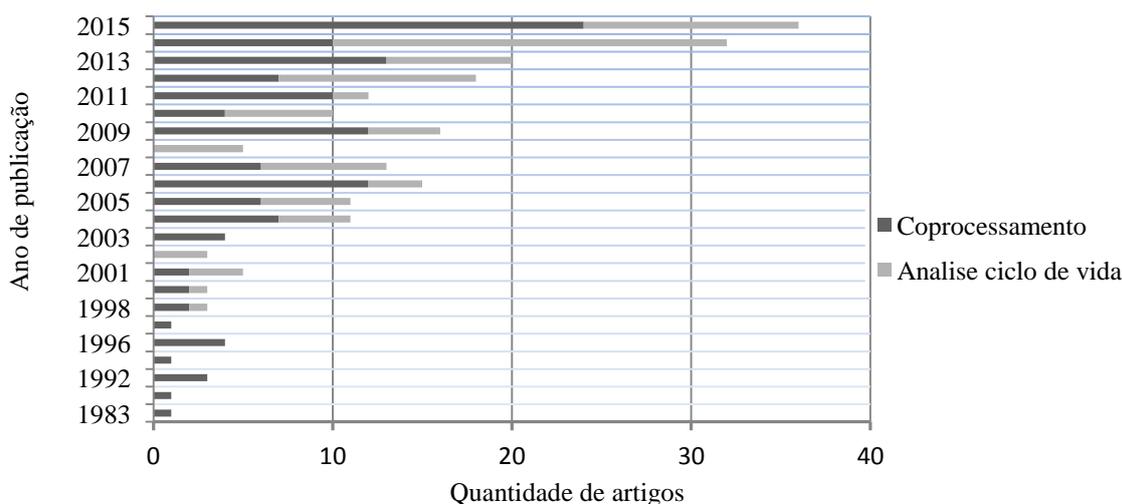


Figura1 – Quantidades de trabalhos por ano de publicação.

De acordo com o volume de publicações encontradas percebe-se que na Europa as bases de dados de ACV são encontradas em maior número, o que favorece as publicações de ICVs. Entre

VIII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

os trabalhos destaca-se Filho, (2001), que realizou uma ACV de produtos derivados do cimento na Espanha, baseado em ICVs europeus.

Entre as publicações brasileiras destaca-se Cherubini e Ribeiro (2015) “Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia Desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil” publicado pelo IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, instituição que lidera e coordena o Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida. O autor destaca que existem mais de 38 bases internacionais de dados de ACV, sendo que podem ser encontrados conjuntos de dados brasileiros na base *Ecoinvent: Gabidatabase'13 e Agri-Footprint 1.0*. Na figura 2 temos as principais bases de dados de ACV.

Tabela 1 - Bases internacionais de dados de ACV.

Formatos das bases de dados	Desenvolvedor	Ferramenta de edição
ILCD	Joint Research Center (JRC)	ILCD Editor ILCD2XLS Converter Soda4LCA
EcoSpold	Ecoinvent Center	Ecoeditor

No Brasil não existem ICV para o cimento portland ou para o cimento coprocessado. Alguns produtos brasileiros já possuem dados de ICV em bases internacionais e foram pesquisados por Ometto (2005), que avaliou o ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível, além de Sampaio et al., (2012) , que desenvolveu ACV da cadeia produtiva do biodiesel.

Como referência para desenvolvimento do ICV do cimento coprocessado brasileiro, Rocha et al., (2011) estudaram aspectos sociais e ambientais do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. Carpio (2005), estudou coprocessamento de resíduos na indústria do cimento, levando em conta os custos, a qualidade e impacto ambiental. Seo e Kulay (2013) realizaram pesquisa da ACV como ferramenta gerencial para tomada de decisão, que fornece subsídios para o uso das metodologias e normas de ACV dentro da realidade brasileira.

CONCLUSÕES

Conclui-se que as iniciativas brasileiras para desenvolvimento dos Inventários de Ciclos de Vidas Nacionais pesquisadas proporcionarão Avaliações dos Ciclos de Vidas baseadas na realidade local, permitindo comparação de impactos ambientais dos produtos e serviços brasileiros

VIII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - *campus* Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

diretamente com similares de outros países, viabilizando a gestão das questões relacionadas ao meio ambiente e favorecendo a comercialização de produtos e serviços que poluem menos.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR. 14040. Gestão ambiental–Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2001.

CARPIO, R. C. Otimização no coprocessamento de resíduos na indústria de cimento envolvendo custos, qualidade e impacto ambiental. Tese (Doutorado Engenharia Mecânica). Itajubá, 2005. Universidade Federal de Itajubá. Disponível em< www.unifei.edu.br> Acesso em 19/06/2105.

CHERUBINI, E.; RIBEIRO, P. T.. Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia: desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil Edivan Cherubini,– Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - Ibict, Brasília, p.100-120, 2015.

FILHO, A. C. D.e C.. Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento. Tese (Doutorado Engenharia Civil). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, p.50-70, 2001.

LEVY, Y.; ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v.9, p.181-212, 2006.

OMETTO, A. R.. Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos edip, exergia e emergia. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ROCHA, S.; LINS, V.; SANTO, B. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2011.

SAMPAIO, A.; BARBOSA, A. C. S.; ALBERTIN, M. R. Análise do Ciclo de Vida da Cadeia Produtiva do Biodiesel com Software Umberto na Indústria. **Extensão em Ação**, v. 1, n. 2, p. 87-95, 2012.

SEO, E. S. M.; KULAY, L. A. Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão. **InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 1, n. 1, 2013.