

Avaliação do Ciclo de Vida do Gesso Utilizando o *Software SimaPro®*

Life Cycle Assessment of Gypsum Using Software SimaPro®

Tailena Naiara Rodrigues FABRÍCIO [1](#); Adeildo Cabral da SILVA [2](#); Nayana de Almeida Santiago NEPOMUCENO [3](#)

Recibido:02/10/16 • Aprobado: 22/10/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2 Avaliação do Ciclo de Vida](#)
- [3 Metodologia](#)
- [4 Resultado e discussão](#)
- [5 Conclusões](#)
- [Agradecimentos](#)
- [Referências](#)

RESUMO:

O gesso, utilizado na construção civil, gera enormes desperdícios. A Resolução CONAMA nº 431/2011 estabelece uma nova classificação para o resíduo de gesso, apresentando-o como reciclável. A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica de avaliação dos aspectos e impactos ambientais, mediante compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes a um produto, avaliação dos impactos ambientais e interpretação dos resultados em relação aos objetivos dos estudos. Este trabalho teve como objetivo realizar uma ACV da cadeia produtiva do bloco de gesso, com disposição do resíduo em aterro sanitário. O software utilizado na pesquisa foi o SimaPro® versão PhD 8.0.3.14 e para a avaliação de impactos, o EDIP 2003 v1.04. A estrutura metodológica está baseada nas normas da série NBR ISO 14.040. Os resultados do EDIP mostram que a atividade de fabricação do bloco de gesso, com os resíduos dispostos em aterro sanitário, apresentam impactos negativos ao meio ambiente. Portanto, visando à proteção ambiental e o cumprimento da legislação brasileira, os geradores de resíduos de gesso devem encaminhá-los à reciclagem. **Palavras-chave:** Avaliação de impacto ambiental. Gesso. Disposição final.

ABSTRACT:

The plaster used in construction generates significant waste. One of them is the plaster. CONAMA Resolution 431/2011 establishes a new classification for the residue of plaster, considering it as recyclable. The Life Cycle Analysis (LCA) is a technique for assessing the environmental aspects and impacts by compiling an inventory of relevant inputs and outputs of a product, environmental impact assessment and interpretation of results in relation the objectives of the studies. This study to perform an LCA of the productive chain of the plaster block with residue disposal in landfill. The software used in the research was SimaPro® PhD version 8.0.3.14 and for assessing impacts, the EDIP 2003 v1.04. The methodological framework is based on the standards of the series ISO 14.040. The EDIP results show that the plaster pack manufacturing activity, using waste disposed at landfill presents na adverse impact on the environment. Therefore, aiming atenvironmental protection and compliance with Brazilian legislation, plaster waste generators must forward them to recycling facilities. **Keywords:** Impact assessment. Plaster. Final disposal.

1. Introdução

O gesso, um dos materiais de grande uso no setor da construção civil devido a sua praticidade, é um recurso natural não renovável e um dos mais antigos materiais de construção fabricados pelo homem. Sua mineração é responsável por causar grandes impactos no meio ambiente e seu uso de gerar enormes desperdícios.

A Avaliação do Ciclo de Vida é um dos métodos utilizados para se determinar quais são os impactos ambientais decorrentes dos aspectos ambientais do processo de produção, durante todo o seu ciclo de vida, analisando desde a extração da matéria-prima à destinação ou disposição final dos resíduos.

Para o presente estudo propõe-se uma avaliação do ciclo de vida da cadeia produtiva do bloco de gesso, com resíduos dispostos em aterro sanitário, baseado na estrutura metodológica da série ISO 14.040, e na sua correspondente brasileira NBR ISO 14.040, utilizando-se para esta finalidade o software SimaPro®.

2. Avaliação do Ciclo de Vida

As figuras devem estar preferencialmente no formato pdf ou, alternativamente, em ps ou eps. Você pode incluir figuras em seu trabalho. Por exemplo, veja a Figura 1.

A importância da ACV reside, principalmente em desenvolver novas tecnologias que possibilitem a implementação de alternativas de produção que melhorem o desempenho ambiental de produtos, serviços ou mesmo processos (COLTRO, 2007).

A preocupação em relação aos impactos ambientais gerados ao longo do ciclo de vida dos produtos, processos ou atividades emergem durante as décadas de 1960 e 1970 por ocasião da crise energética mundial provocada pelo que ficou conhecido como crise do petróleo.

Por terem surgido em um contexto de crise energética, após a superação da fase crítica do petróleo, os estudos de ACV enfraqueceram. Porém com o fortalecimento da preocupação ambiental, tais pesquisas retornam à agenda de estudos relacionados à produção ambientalmente responsável.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em 2001, internalizou a NBR ISO14040. Atualmente está em vigor a NBR ISO14040: 2006.

Segundo a norma ABNTNBR ISO14040: 2006, a estrutura da metodologia de emprego da ACV é composta de quatro etapas: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação.

Na fase de definição do objetivo e escopo, define-se a finalidade da pesquisa e abrangência do estudo. Ao serem traçados os objetivos deve ser estabelecido também “o público-alvo a que os resultados se destinam”(KULAY e SEO,2010), bem como limita-se “as fronteiras e a unidade funcional” (COLTRO,2007) e a definição das categorias de impactos a serem analisados em cada etapa (ABNTNBRISO14040:2006).

Ao estabelecer o escopo do estudo é importante considerar aspectos de caráter geográfico, temporal e tecnológico do sistema de produto, ou seja, a porção do espaço sobre a qual se dará a aplicação da metodologia para efeito de refino das fronteiras e seleção de informações a serem utilizadas posteriormente no inventário (KULAY e SEO, 2010).

A etapa seguinte, análise de inventário de ciclo de vida (ICV), corresponde ao levantamento das informações referentes ao inventário. O inventário corresponde à identificação de todos os aspectos ambientais identificáveis durante toda a etapa do processo produtivo. Tal processo é a fase da ACV onde é possível identificar e quantificar todas as entradas e saídas de matéria e energia que circulam no sistema de um produto, processo ou serviço ao longo do seu ciclo de vida (ABNTNBR ISO14044:2009).

Na avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV) utilizam-se os resultados do ICV para estudar a significância dos impactos ambientais potenciais. De uma forma geral, associa os dados do inventário com as categorias de impactos específicas e indicadores de categoria.

O nível de detalhamento, escolha dos impactos avaliados e metodologias utilizadas dependem do objetivo e escopo do estudo. Três elementos são obrigatórios para a AICV: seleção de categorias de impacto, correlação de resultados do ICV (classificação) e o cálculo de resultados dos indicadores de categorias (caracterização).

Na próxima fase, interpretação do ciclo de vida, as constatações da análise de inventário e da avaliação de impacto são consideradas em conjunto. Esta fase deve fornecer resultados que sejam consistentes com o objetivo e escopo definidos, expor limitações, levar a conclusões e prover recomendações etc.

Por fim, a comunicação e a revisão crítica são partes integrantes da ACV, que envolve a criação de um relatório com as diferentes fases do estudo e uma análise crítica realizada por especialistas internos ou externos, se necessário.

3. Metodologia

A ACV apresenta uma estrutura metodológica normalizada internacionalmente pela ISO e, no Brasil, pela ABNT. Tais normas, ISO 14.040 e 14.044 e NBR ABNT 14.040, 14.044, direcionam o estudo de ACV apresentando os princípios, estrutura, requisitos e orientações a serem seguidos em um estudo, cuja estrutura metodológica é apresentada na Figura 1.

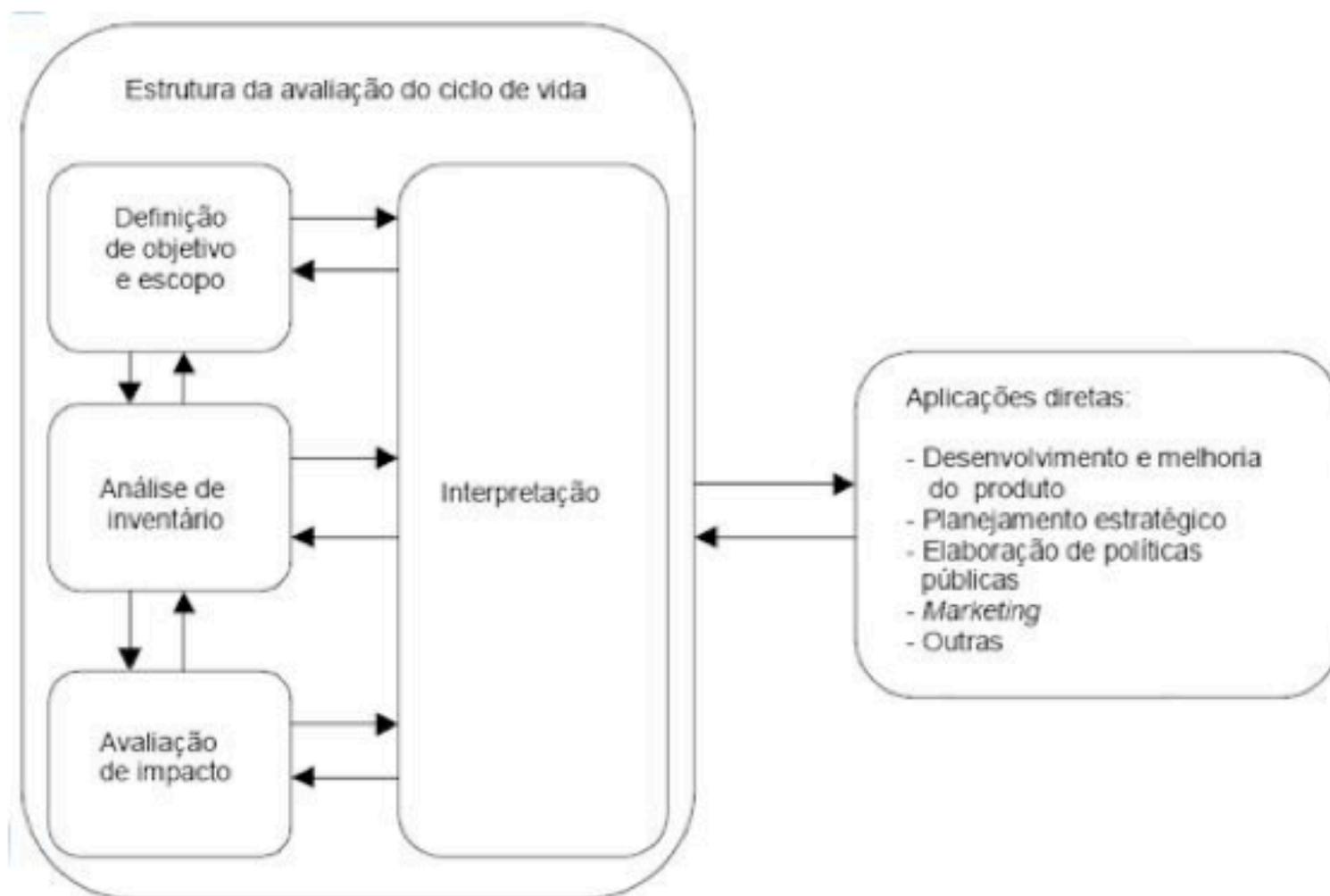


Figura 1 – Fluxograma das etapas de uma ACV.
Fonte: ABNT (2009).

Uso do software SimaPro®

Para o desenvolvimento do estudo de ACV da presente pesquisa será utilizado o software SimaPro 8.0.3.14®, versão PhD, com licença adquirida pelo Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental (LERCA)/Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,

nas fases de análise de inventário de ciclo de vida (ICV) e avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV).

Definição do objetivo e escopo da ACV

O presente estudo de ACV tem por objetivo avaliar o ciclo de vida de produção do bloco de gesso standard branco, vazado, utilizado na construção civil, fabricado a partir do gesso beta (hemiidratado), com a análise dos principais impactos ambientais decorrentes deste processo de produção e a comparação do destino dos resíduos pós-consumo, tais como, reciclagem e disposição em aterro sanitário.

Sua fabricação industrial é de forma retangular, com dimensão de 66,6cm x 50cm, com espessura de 7cm, planos e com estruturas existentes para facilitar seu encaixe (ranhuras e linguetas).

Os blocos de gesso são elementos pré-moldados, utilizados na construção de divisórias internas ou paredes estruturais. Os alvéolos presente nos blocos vazados favorecem o isolamento térmico e acústico das paredes.

O bloco de gesso em estudo foi produzido em uma fábrica localizada na região metropolitana de Fortaleza, município de Maracanaú, estado do Ceará, onde foi realizada visita técnica com a finalidade de observar o seu processo de fabricação e coletar dados primários de matéria-prima e energia utilizados para a elaboração do inventário de ciclo de vida.

A seguir são apresentados os elementos constituintes do escopo da ACV do bloco de gesso:

Função do sistema

O objeto de estudo desta ACV é a produção do bloco de gesso vazado (standard), em fábrica localizada no município de Maracanaú/CE. A função do bloco de gesso é a construção de vedações internas.

Unidade funcional

A unidade funcional é a produção de 1 m² de vedação interna.

Fluxo de referência

O fluxo e referência relacionado à unidade funcional e utilizado para a obtenção dos dados do ICV é 51 kg de gesso moído.

Fronteiras do sistema de produto

A fronteira do sistema inclui os insumos diretamente utilizados na produção de gesso que é utilizado para a fabricação do bloco, que envolve as unidades de processo da extração da gipsita, beneficiamento da gipsita, calcinação e moagem do gesso, transporte do gesso em pó para a fábrica de bloco de gesso, reciclagem ou disposição do resíduo pós-consumo em aterro sanitário.

Inventário do ciclo de vida (ICV)

Para a fase de Análise de inventário realizou-se a coleta de dados primários e secundários. Os dados primários foram obtidos em 2013, por meio do técnico responsável pela produção dos blocos de gesso em fábrica especializada, localizada na Região Metropolitana de Fortaleza, município de Maracanaú/CE e referem-se ao consumo de água, gesso em pó e energia.

Os dados secundários, referentes à mineração e beneficiamento da gipsita, produção do gesso em pó e transporte, foram obtidos por meio de revisão bibliográfica e da base de dados do EcoInvent, disponibilizado no software SimaPro®. Tais dados, que se baseiam na unidade funcional e fluxo de referência, foram inseridos no software citado para a geração do ICV.

O Ecoinvent é um líder em banco de dados de Inventário do Ciclo de Vida (ICV) no mundo,

consistente, transparente e atualizado, com conjuntos de dados de ICV nas áreas de agricultura, abastecimento de energia, transportes, biocombustíveis, biomateriais, produtos químicos especiais, construção, materiais de embalagem, tratamento de resíduos etc. (EcoInvent Centre, 2014).

O conjunto de dados citado acima é baseado em dados industriais e foram compilados por Institutos de Pesquisa de renome internacional e consultores de ACV. Essa compilação de dados está disponível em todas as principais ferramentas de ACV e software de ecodesign, dentre eles encontra-se o SimaPro®.

O software Simapro® (System for Integrated Environmental Assessment of Products) é uma ferramenta de balanço de massa voltada para o desempenho ambiental de produtos, que permite analisar e monitorar a performance ambiental desses produtos e serviços. O usuário pode modelar e analisar ciclos de vida complexos de acordo com as recomendações ISO 14040. Suas bases de dados possuem variados processos e os principais métodos de avaliação de impacto (CAMPOS, 2012).

Avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV)

A AICV foi realizada pelo software SimaPro®, que com os dados inseridos, realizou a conversão dos resultados do ICV em indicadores ambientais por categoria de impacto.

O método escolhido para a realização da ACV do bloco de gesso foi o Environmental Development Industrial of Products - EDIP 2003, método desenvolvido para apoiar análises ambientais durante o desenvolvimento de produtos industriais e oferecer fatores de caracterização espacialmente diferenciados (MENDES, 2013). O EDIP 2003 é de origem dinamarquesa e adaptado para SimaPro®.

Na etapa de classificação, o método EDIP 2003 correlaciona os resultados dos inventários de consumo e emissão de materiais, apresentados nesse tópico com suas categorias de impacto ambiental.

Para a etapa de caracterização, o método EDIP 2003 quantifica as contribuições para cada categoria de impacto, convertendo os resultados dos inventários para unidades indicadoras nas categorias.

As substâncias que contribuem para uma categoria de impacto são multiplicadas por um fator de caracterização que expressa a contribuição relativa da substância. Por exemplo, o fator de caracterização de dióxido de carbono na categoria impacto das alterações climáticas pode ser igual a 1, enquanto o fator de caracterização de metano pode ser 25. Isto significa que a liberação de 1 kg de metano tem a mesma interferência que 25 kg de dióxido de carbono sobre as mudanças climáticas (PRÉ et al., 2014).

A fase de ponderação entre as categorias de impacto não é obrigatória para uma AICV. Nesta fase os resultados dos indicadores das categorias de impacto são multiplicados por fatores de ponderação e são adicionados para criar uma pontuação total ou única (PRÉ et al., 2014).

As categorias de impactos utilizadas pelo método EDIP são o consumo de recursos renováveis, de não renováveis, e de energia, e os seguintes potenciais de impactos ambientais: aquecimento global, formação fotoquímica de ozônio troposférico, acidificação, eutrofização, ecotoxicidade e toxicidade humana (OMETTO, 2005). As categorias de impacto consideradas neste estudo foram: eutrofização aquática (P), resíduos volumosos, toxicidade da água, formação de ozônio (humana), por apresentarem maior pontuação nos dados de avaliação de impacto do SimaPro®.

4. Resultado e discussão

A seguir são apresentadas as categorias de impactos afetadas pela produção do bloco de gesso, com disposição final dos resíduos em aterro sanitário. Para tanto foi utilizado o método EDIP

2003.

A primeira etapa analisada foi caracterização, pois por meio desta existe a possibilidade da análise da contribuição relativa das múltiplas entradas e saídas de cada categoria para os determinados potenciais impactos, como pode ser visualizado na Tabela 1 (ROMEU, 2013).

Tabela 1 – Contribuição da produção do bloco de gesso nas categorias de impacto dos resíduos dispostos em aterro sanitário (caracterização). Fonte: SimaPro®, com dados do autor (2014).

Categoria de impacto	Unidade	Total	Fabricação do bloco de gesso	Resíduos de Bloco de Gesso - Aterro Sanitário
Aquecimento global (100a)	kg CO2 eq	16,6331	16,0044	0,62866
Depleção de ozônio	kg CFC11 eq	1,33E-06	1,31E-06	1,65E-08
Formação de ozônio (vegetação)	m ² .ppm.h	180,747	179,916	0,83145
Formação de ozônio (humana)	pessoa.ppm.h	0,01251	0,01244	6,70E-05
Acidificação	m ²	1,24751	1,18116	0,06635
Eutrofização terrestre	m ²	2,17572	2,17558	0,00015
Eutrofização aquática (N)	kg N	0,00885	0,0085	0,00035
Eutrofização aquática (P)	kg P	0,00245	0,00164	0,0008
Toxicidade humana – ar	Pessoa	350938	347715	3223,02
Toxicidade humana – água	m ³	213,86	213,321	0,53943
Toxicidade humana – solo	m ³	3,26541	3,20909	0,05632
Ecotoxicidade crônica de água	m ³	9625,64	9611,12	14,5235
Ecotoxicidade aguda da água	m ³	1400,45	1398,99	1,46607

Ecotoxicidade crônica do solo	m ³	42,6778	42,5356	0,14217
Resíduos perigosos	Kg	0,00054	0,00055	0
Escórias/cinzas	Kg	0,03779	0,03775	4,31E-05
Resíduos em massa	Kg	8,60684	8,54415	0,06269

A Tabela 2 apresenta a análise em pontuação única, que consiste nos dados ponderados das categorias de impacto da fabricação do bloco de gesso, com resíduos dispostos em aterro sanitário.

Com isso é possível visualizar a pontuação total dos resultados. Essa ponderação é realizada a partir dos dados de caracterização que são multiplicados por fatores de ponderação e são adicionados para criar uma pontuação total ou única (PRé et al., 2014).

Tabela 2 - Contribuição da produção do bloco de gesso nas categorias de impacto dos resíduos dispostos em aterro sanitário (pontuação única). Fonte: SimaPro®, com dados do autor (2014).

Categoria de impacto	Unidade	Total	Fabricação do bloco de gesso	Resíduos dispostos em aterro sanitário
Total	mPt	53,78042	50,38989	3,390536
Aquecimento global	mPt	2,360235	2,271029	0,089207
Depleção de ozônio	mPt	4,083257	4,032622	0,050635
Formação de ozônio	mPt	3,643865	3,627103	0,016762
Formação de ozônio (humana)	mPt	5,282731	5,254421	0,02831
Acidificação	mPt	4,119273	3,900191	0,219081
Eutrofização terrestre	mPt	1,905933	1,905804	0,000129
Eutrofização aquática EP (N)	mPt	1,487529	1,428427	0,059101
Eutrofização aquática EP (P)	mPt	8,682673	5,837327	2,845346
Toxicidade humana – ar	mPt	0,814526	0,807045	0,007481
Toxicidade humana – água	mPt	5,893995	5,879128	0,014867

Toxicidade humana – solo	mPt	0,485893	0,477512	0,008381
Resíduos perigosos	mPt	0,028932	0,028932	0
Escórias/cinzas	mPt	0,118901	0,118765	0,000136
Resíduos em massa	mPt	7,015438	6,964337	0,051101

A formação do ozônio de origem humana ocorre por meio de reações químicas complexas que acontecem entre o dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de radiação solar. Estes poluentes provêm principalmente da queima de combustíveis fósseis e volatilização de combustíveis (MMA, 2016).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2016), dentre os efeitos do ozônio à saúde estão o agravamento dos sintomas de asma, de deficiência respiratória, bem como de outras doenças pulmonares e cardiovasculares.

Outra categoria de impacto destacada é a acidificação, que pode ser causada pelas emissões de substâncias, tais como, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, amoníaco e compostos orgânicos voláteis, para o ar, água ou para o solo (MANZINI e VEZZOLI, 2011).

As fontes artificiais mais significativas de acidificação são as centrais elétricas, produção de aquecimento e transporte. A contribuição para a acidificação é maior quando os combustíveis utilizados contêm enxofre (WENZEL; HAUSCHILD; ALTING, 2001).

A acidificação pode impedir o crescimento das árvores, causar corrosão em monumentos e edifícios, contaminação dos lençóis freáticos e morte de peixes (WENZEL; HAUSCHILD; ALTING, 2001).

Em relação a eutrofização aquática, é importante salientar que se trata de um impacto sobre o ecossistema advindo de substâncias como o nitrogênio (N) e o fósforo (P). No caso em estudo, a categoria que apresentou maior impacto foi a eutrofização proveniente do fósforo.

A adição de fósforo no ecossistema aquático pode ocasionar a diminuição do oxigênio no estrato de fundo, devido ao aumento do crescimento das algas ou plantas e subsequente decomposição de algas na parte inferior (WENZEL; HAUSCHILD; ALTING, 2001).

Uma das mais importantes fontes de emissão de fósforo é o efluente advindo das estações de tratamento de esgoto de efluentes urbanos e industriais (WENZEL; HAUSCHILD; ALTING, 2001).

A categoria toxicidade humana também deve ser observada, tendo em vista que o gesso pode contaminar cursos de águas, tornando-os saturados em cálcio e enxofre.

Outra categoria de impacto que se destaca é referente a grande quantidade de resíduos gerada durante o processo produtivo do gesso. Caso estes resíduos não sejam armazenados e dispostos corretamente poderão ocasionar danos à saúde humana e a estética do ambiente.

De acordo com trabalho de Medeiros (2003), um dos impactos do processo de produção do gesso, referido pela população, é à poeira oriunda dos resíduos despejados nas proximidades das residências.

Segundo Medeiros (2010), a poeira de gesso pode causar problemas à saúde das pessoas, gerando desde efeitos irritativos nos olhos e no aparelho respiratório até efeitos crônicos.

5. Conclusões

Neste item é realizada a fase de interpretação dos resultados da ACV em estudo.

De acordo com o inventário realizado do ciclo de vida da produção do bloco de gesso, com resíduos dispostos em aterro sanitário, foi possível verificar significativo impacto sobre as categorias formação de ozônio, acidificação, eutrofização aquática, toxicidade da água e resíduos em massa.

Diante dos potenciais impactos negativos da disposição do resíduo do gesso em aterro sanitário, o Conselho Nacional do Meio Ambiente deliberou a resolução nº 431 de 2011 que estabelece nova classificação para os resíduos do gesso. Portanto, visando minimizar os impactos ambientais e atender a legislação brasileira o gerador de resíduo do gesso deve encaminhá-los para reciclagem.

Sugere-se o desenvolvimento de bancos de dados brasileiros para que se possa trabalhar com dados mais próximos da realidade nacional, aprimorando assim os estudos de ACV realizados no Brasil.

Agradecimentos

A CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental – PGTGA pelo apoio.

Ao Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental – LERCA por disponibilizar o uso do software SimaPro®, versão PhD.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBRISO14040*. Gestão ambiental– Avaliação do ciclo de vida– Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2006.

_____. *NBRISO14044*. Gestão Ambiental- Avaliação do Ciclo de Vida– Requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2009.

CAMPOS, F. H. A. *Análise do ciclo de vida na construção civil: um estudo comparativo entre vedações estruturais em painéis pré-moldados e alvenaria em blocos de concreto*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 2012.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 431*, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução CONAMA Nº 307/ 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso.

_____, Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 431*, de 24 de maio de 2011. Altera o Art. 3º da Resolução nº 307/ 2002. Brasília, 2011.

COLTRO, L. *Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão*. Campinas: CETEA/ITAL, 2007.

EcoInvent Centre. Disponível em: <<http://www.ecoinvent.org/>>. Acesso em: 16 set. 2014.

EDIP DATABASE, Banco de dados do EDIP, SIMAPRO, Software. Universidade Técnica da Dinamarca (DTU). Dinamarca. 2003.

KULAY, L. A.; SEO, E. S. M. *Orientações Conceituais para Elaboração de Inventários de Ciclo de Vida*. Revista Interfacehs–RevistadeGestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. 2010.

MAZINI, E; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis*. Tradução de Astrid de Carvalho. 1. ed. 3ª reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

MEDEIROS, Marcílio Sandro de. *Poluição Ambiental por Exposição à Poeira de Gesso: Impactos na saúde da população*. Ministério da Saúde - MS Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães – CPqAM. Departamento de Saúde Coletiva – NESCC. Disponível em: <<http://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2003medeiros-ms.pdf>>. Acesso em: 05 de agosto de 2016.

MEDEIROS, Marcilio Sandro de; HURTADO-GUERRERO, José Camilo and SILVA, Lia Giraldo Augusto. *A saúde no contexto do polo gesseiro de Araripina-Pernambuco*, Brasil. Saude soc. [online]. 2010, vol.19, n.2, pp.358-370. ISSN 0104-1290. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902010000200012>>. Acesso em: 09 de agosto de 2016.

MENDES, N. C. *Métodos e modelos de caracterização para a avaliação de impacto do ciclo de vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. *Poluentes atmosféricos*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos>>. Acesso em: 05 ago. 2016.

OMETTO, A. R. *Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos EDIP, Exergia e Emergia*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

PRéet al. *SimaPro Database Manual: Methods library*. Report version 2.6.May 2014. Disponível em: <<http://www.pre-sustainability.com/download/DatabaseManualMethods.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2014.

ROMEU, C. C. *Aplicação da avaliação do ciclo de vida: um estudo de caso para sabonetes cosméticos*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química. São Paulo, 2013.

WENZEL, H; HAUSCHILD, M; ALTING, L. *Environmental assessment of products*. Volume 1 - methodology, tools, and case studies in product development. Kluwer Academic Publishers: London, United Kingdom. 2001. 543 p.

1. Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará.

2. Dr. Prof. de saneamento ambiental do Instituto Federal do Ceará.

3. Ma. Profa, de gestão ambiental do Instituto Federal do Ceará. Email: santiago.nayana@gmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 16) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados