

Avaliação do Ciclo de Vida e Sistema de Projeção da Poluição Industrial: Um estudo de caso na produção de blocos cerâmicos

Lizandra Tamiris Scheidt (Universidade Estadual de Maringá) lizandra_scheidt@hotmail.com

Maria Tereza Longo (Universidade Estadual de Maringá) maarilongo@gmail.com

Kathiane Aparecida Soares (Universidade Estadual de Maringá) kati.soares@hotmail.com

Priscila Pasti Barbosa (Universidade Estadual de Maringá) ppbarbosa2@uem.br

Resumo:

Após a revolução industrial e o avanço desenfreado dos mais diversos tipos de processos produtivos, a realidade do impacto ambiental causado por eles já é uma preocupação para a nova era. Com estes fatos, as normas de qualidade com relação a gestão ambiental surgiram, e como forma de apoio a este sistema, surge a avaliação do ciclo de vida (ACV). A avaliação do ciclo de vida nasce com o intuito de analisar os impactos ambientais causado por um produto durante toda a sua vida útil, na totalidade de seu processo produtivo. Utilizando a combinação do ACV e do sistema de projeção de poluição industrial, este trabalho tem o objetivo de avaliar os impactos ambientais causados pela produção de blocos cerâmicos, contribuindo assim para a manutenção do meio ambiente.

Palavras-chave: ACV, IPPS, SGA, ambiental.

Life Cycle Assessment and Industrial Pollution Projection System: a case study at ceramic blocks production

Abstract

After the industrial revolution and the unbridled advancement of all kinds of production processes, the reality of the environmental impact caused by them is already a concern for the new era. With these facts, the quality standards with respect to environmental management arose, and as a way to support this system, there is a life cycle assessment (LCA). The evaluation of the life cycle is born in order to analyze the environmental impacts caused by a product throughout its life, in the all of its production process. Using the combination of LCA and industrial pollution projection system, this study aims to evaluate the environmental impacts caused by the production of ceramic blocks, thereby contributing to the maintenance of the environment.

Key-words: LCA, IPPS, EMS, environmental.

1. Introdução

Após o surgimento e posterior sucesso das normas de qualidade, na década de 80, o *British Standards Institution* deu início a criação de normas sobre o Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Simultaneamente, em vários países, foram criadas normas para o mesmo fim, que geravam restrições ao comércio internacional. A ISO (*International Organization for Standardization*) foi criada em 1992, com o intuito de iniciar um grupo de trabalho para o estudadas questões decorrentes da diversidades crescente de normas ambientais e seus

impactos sobre o comércio internacional. Dentre as normas editadas a partir de 1996, está a avaliação do ciclo de vida (BARRETO *et al.*, 2007).

O ciclo de vida de um produto surgiu como uma nova proposta onde, baseada nas cadeias e ciclos de energia da natureza, propõe uma visão sistêmica do processo em questão, integrando as fases e minimizando os efeitos negativos que ocorrem entre o produto e o meio ambiente durante o processo produtivo (SANTOS *et al.*, 2011). Assim, a avaliação inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, logo abrange as seguintes atividades: a extração e o processamento de matérias primas, a fabricação, o transporte e a distribuição; o uso, o reemprego, a manutenção, a reciclagem, reutilização e a disposição final (RIBEIRO; GIANNETTI; ALMEIDA, 2013).

As normas que compõem a série de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) são: NBR ISO 14040:2001 (fornece os elementos gerais e metodologias requeridas para uma ACV de produtos e serviços); NBR ISO 14041:2004 (guia para determinar o objetivos e escopo e análise de inventário de um estudo de ACV); NBR ISO 14042:2004 (guia para fase de avaliação do impacto do ciclo de vida) e NBR ISO 14043:2005 (guia para interpretar o ciclo de vida) (BARRETO *et al.*, 2007).

O Sistema de Projeção de Poluição Industrial (IPPS) e a Análise do Ciclo de Vida (efetuada através de softwares específicos) configuram ferramentas importantes para as indústrias da nova geração, que visam reduzir impactos ambientais de seus produtos, contribuindo para a manutenção do meio ambiente, melhorando suas linhas de produção, e garantindo aos clientes um modelo de organização sustentável.

2. Avaliação do ciclo de vida (ACV)

A análise do ciclo de vida consiste na compilação de entradas, saídas e potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida. O termo ciclo de vida se refere as atividades de fabricação, utilização, manutenção, deposição final (incluindo a aquisição de matéria prima necessária para a fabricação do produto), que ocorrem durante o período de vida do produto (FERREIRA, 2004). Assim, o ciclo de vida de um bem ou serviço inclui toda sua cadeia produtiva, a qual engloba o conjunto de atividades consecutivas pelas quais o produto ou serviço é transformado. Logo, a avaliação do ciclo de vida busca, quando possível, quantificar as extrações dos recursos e as emissões de poluentes (BARBIERI; CAJAZEIRA, 2009).

O processo de ACV é estruturado em quatro etapas: definição de objetivos e escopo, análise de inventários, análise de impacto e interpretação dos dados (FERREIRA, 2004).

O objetivo e o escopo devem ser claros e consistentes com a aplicação pretendida. O escopo poderá ser ajustado durante o estudo, devido à natureza iterativa da avaliação do ciclo de vida. A análise do inventário envolve a coleta e compilação de dados, quantificando as entradas e saídas do produto ao longo do ciclo de vida (MORETTI, 2011).

A avaliação do impacto dirige-se ao entendimento e compreensão da magnitude e significância dos impactos ambientais potenciais de um produto, ao longo de seu ciclo de vida. Por fim, a interpretação é a fase da ACV onde as constatações da análise de inventário e/ou da avaliação do impacto são avaliadas com relação ao objetivo e escopo definidos na primeira etapa, chegando nas conclusões e recomendações (MORETTI, 2011).

Os dados da ACV, junto com outras informações, podem ser úteis para determinar custos e desempenho, ajudando na tomada de decisão e na seleção de produtos ou processos. Permite ainda identificar a transferência de impactos ambientais de um meio para outro, e/ou de um estágio de ciclo de vida para outro. Permite identificar impactos em uma ou mais áreas

ambientais, avaliar efeitos humanos e ecológicos do consumo e desenvolver um avaliação das consequência ambientais associados a um dado produto, dentre outros diversos benefícios, principalmente na redução de impactos ambientais (FERREIRA, 2004).

2.1 SOFTWARE SimaPro®

O software SimaPro é uma importante ferramenta utilizada no desenvolvimento de estudos do ACV. Na etapa de realização do inventário, a ferramenta possui uma enorme vantagem devido sua base de dados de processos e de avaliação de impactos que, quase sempre, pode ser alterada e expandida sem limitações. Dessa forma, o tempo necessário para realização do estudo pode ser reduzido drasticamente. O programa torna possível realizar várias análises e comparar diversos tipos de produtos e processos, uma vez que possui bancos de dados de inventários mundiais.

2.2 Ecoindicador 99 (H)

O Eco indicador 99 é a versão atualizada e melhorada do Eco indicador 95 e tem como função avaliar os impactos ambientais de atividades de produção industrial (POUSA, 2008). O método analisa três categorias de impactos ambientais que integram o Eco indicador, os quais são: a saúde humana, os recursos e a qualidade dos ecossistemas (ROSADO, 2009).

Na categoria de danos à saúde humana são considerados o número e a duração dos efeitos, o nível de fatalidades e as incapacitações advindas de impactos ambientais (TAKAHASHI, 2008).

Esse dano é expresso em unidades chamadas DALY's (*Disability Adjusted Life Years*) que estabelece uma relação de causa e efeito entre as categorias de efeitos ambientais (alterações climáticas, radiação ionizante, destruição da camada de ozônio, substâncias cancerígenas e respiração de substâncias orgânicas e inorgânicas) e a diminuição de anos de vida YLL (*Yearsof Life Lost*) (ROSADO, 2009).

Os danos relacionados a qualidade dos ecossistemas consideram as espécies que desaparecem em uma determinada área. Os cálculos desses danos se baseiam em três categorias ambientais: a acidificação, a ecotoxicidade e a transformação de solo (ROSADO, 2009).

A ecotoxicidade calcula os danos em *Potentially Affected Fraction*(PAF) baseado em perdas causadas pela presença de toxidade em organismos terrestres e aquáticos. A transformação da terra utiliza o indicador *Potentially Disappeared Fraction of Plant Species* que calcula os danos ambientais devido a utilização de pesticidas em solos agrícolas ou liberados para ar/água. A acidificação aplica o indicador *Potentially Disappeared Fraction of Plant Species* (PDF) que expressa o decréscimo ou acréscimo de espécies originado pela deposição de emissões aéreas que influencia negativamente em ecossistemas aquáticos (TAKAHASHI, 2008).

Os impactos relacionados aos recursos são expressos quanto à energia que seria necessária para extrações futuras de recursos minerais e combustíveis fósseis. Os recursos minerais utilizam modelos geo-estatísticos que relacionam a concentração dos recursos e sua disponibilidade para calcular o impacto. Já os combustíveis fósseis baseiam-se no uso futuro do petróleo extraído das areias de piche (TAKAHASHI, 2008).

A última fase do cálculo do Eco indicador 99 consiste na formação de um escore final a partir da agregação das três categorias de danos. Para tanto, realiza-se uma ponderação entre essas categorias para a formação do indicador, que possui três versões: igualitária, individualista e hierárquica (XAVIER, 2003).

A versão igualitária inclui todos os danos que possuem a possibilidade ocorrer, baseando-se no princípio da precaução. Essa versão é a que possui a maior facilidade de compreensão, porém suas imprecisões são maiores já que dados que apresentam pouco consenso são incluídos. Na versão individualista somente as relações de causa-efeito já comprovadas são incluídas, uma vez que essa versão considera que somente se forem fornecidas provas suficientes é que os limites poderão ser negociados. A versão hierárquica se baseia em fatos que possuem documentos científicos seguros ou em políticas reconhecidas (XAVIER, 2003).

3. Sistema de projeção da poluição industrial (IPPS)

O IPPS é um sistema de estimativa de intensidade de poluição, criado em 1987, com o objetivo de responder a insuficiência de informações relacionadas à intensidade de poluição industrial e auxiliar nas políticas e planos de ação dos países em desenvolvimento. O sistema utiliza um ecoeficiente de intensidade de poluição, baseado no fato de que a poluição industrial é afetada pela escala de atividade industrial, sua composição setorial e pelo processo tecnológico utilizado na produção (COSTA; FERREIRA; NEVES, 2011).

O coeficiente de intensidade de poluição é construído através do cruzamento entre essas bases de dados é o fator determinante para a estimativa do potencial poluidor industrial. Para cada tipo de setor industrial, há um coeficiente de poluição específico, dado para uma indústria com mil funcionários (COSTA; FERREIRA; NEVES, 2011).

Os setores industriais descritos na metodologia do IPPS seguem o sistema de classificação americano *International Standard Industrial Classification (ISIC)*. Enquanto no Brasil, os setores industriais são classificados pela Classificação Nacional de Atividades econômicas, o CNAE, assim, há a necessidade de realizar a correspondência entre os dois sistemas de classificação. O IPPS possui coeficientes de intensidade de emissão de poluentes para: água, ar e solo (COSTA; FERREIRAS, NEVES, 2011).

4. Processo produtivo de blocos cerâmicos

O processo produtivo da cerâmica é baseado em três etapas principais, que são descritos na Figura 1.



Figura 1 – Etapas básicas do processo produtivo de blocos cerâmicos

Fonte: Adaptados de NUNES, 2012

A primeira etapa do processo produtivo é a extração da argila, feita a céu aberto, com uma retroescavadeira e pá carregadeira, trato de esteira com amina ou pá escavadeira e o raspador carregador. A escavação pode ser por sangas, quando se inverte a disposição dos materiais, colocando a argila sobre material estéril, ou por rampas, quando rampas são utilizadas para facilitar o escoamentos das águas e eliminação de escombros (NUNES, 2012).

Em uma segunda etapa acontece a preparação e mistura, onde são formado montes de argilas que são misturados e homogeneizados por equipamentos mecânicos para serem transportados até a caixa alimentadora. Em seguida, a mistura é umedecida com água, seguindo para o laminador. A mistura é então transportada por meio de correia para a etapa de extrusão. A terceira etapa, de extrusão, é o processo de conformação mecânica do bloco, na qual a extrusora dá o formato desejado ao bloco. Esta extrusão acontece sob alta pressão, na passagem da massa pela boquilha, na saída da extrusora, para a moldagem da massa. O corte é

realizado então por um sistema mecanizado, na saída da extrusora, que opera em sincronia com o deslocamento das peças (GALASSI; TAVARES, 2013).

A etapa posterior trata-se da secagem, que requer cuidados especiais para garantir que a água contida no produto seja lenta e uniformemente eliminada por toda a massa da cerâmica. É a partir da argila que se trabalha, que se determina a curva de secagem adequada. A secagem pode ser natural ou artificial (STPR, 2012).

Após a secagem, as peças são levadas para o forno, onde o material cerâmico é queimado em temperaturas entre 750 a 1000°C, por cerca de 4 dias (GALASSI; TAVARES, 2013). É esta operação que dá ao material as propriedades adequadas ao uso, tais como sua dureza, resistência mecânica, resistência a água, intempéries e agentes químicos. Depois desta etapa, e após inspeção, as peças estão prontas para serem estocadas e/ou expeditas (STPR, 2012).

5. Estudo de caso

5.1 Objetivo e escopo do projeto

A partir do levantamento das etapas do processo produtivo e dos insumos envolvidos na fabricação de blocos cerâmicos (materiais, transportes, tratamentos, matéria prima e combustíveis), o objetivo deste trabalho é apresentar os principais impactos ambientais presentes em todas as fases de produção.

Para estimar-se os impactos produzidos, utilizou-se o software SimaPro®, e o indicador pertencente ao mesmo, Eco Indicador 99 (H). A utilização deste software se deve ao fato de seu vasto banco de dados de processos produtivos, e sua viabilidade em fornecer os principais impactos ambientais causados pelo processo produtivo.

Para estimar intensidade de poluição industrial por unidade de atividade, os cálculos serão baseados no número de empregados da mesma, sendo este número de 26, e pelo perfil da indústria, baseado na Classificação Nacional de Atividades Econômicas, na sua versão 1.1. Como o IPPS é baseado no International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIC), é necessário verificar o cruzamento de valores entre o ISIC e o CNAE. Moreno (2005), classifica o CNAE para atividades de produção de cerâmicos como 2641. A correspondência deste valor para o ISIC é de 3961.

Para o ar foram calculadas as emissões de dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, particulados totais (PT), particulados finos (PM₁₀) e compostos orgânicos voláteis (COV). Para a água foram calculadas a demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais em suspensão (STS), tóxicos da água e metais tóxicos da água. Para o solo, foram calculados os tóxicos do solo e os metais tóxicos do solo.

5.2 Realização do Inventário

O inventário compreende as seguintes fases: preparação de matéria-prima, mistura, extrusão, corte, secagem, queima e carregamento do processo de fabricação dos blocos cerâmicos. Durante essas fases o processo consome água, energia, argila, lenha e bagaço de cana, além de emitir gases atmosféricos e de realizar o transporte.

A capacidade da olaria estudada é equivalente a 500 mil blocos cerâmicos por mês e para a execução das atividades a empresa conta com 26 funcionários. Foi realizado um cálculo para a determinação do consumo de cada componente do processo a partir da divisão do trabalho pela quantidade de funcionários que trabalham na olaria. Na Tabela 1 podemos observar a quantidade consumida dos materiais já citados mensalmente e a quantidade calculada para 1 kg de bloco.

Dados coletados	Quantidade	Quantidade para 1kg de bloco
Consumo de energia elétrica	60.976 kWh	0,041 kWh
Consumo de óleo	9.000 litros	0,006 litros
Distância pelos caminhões	2.250 km	0,0015 km
Consumo de água na olaria	450 m ³	0,0003 m ³
Argila	1.050 toneladas	0,7 kg
Bagaço da cana	600 toneladas	0,0004 toneladas
Lenha	250 m ³	0,00017 m ³

Tabela 1 – Dados utilizados para o inventário

Por meio dos dados calculou-se os coeficientes de intensidade para poluentes da água e do ar (Tabelas 2 e 3) para 1kg de bloco cerâmico em Kg/funcionário/mês.

Água	
DBO	STS
$3,06 \cdot 10^{-7}$	$5,46 \cdot 10^{-6}$

Tabela 2 – Coeficientes de intensidade para poluentes da Água

Ar					
PM_{10}	$PM_{2,5}$	SO_2	CO	VOC	NO_2
$2,60 \cdot 10^{-4}$	$1,30 \cdot 10^{-2}$	$1,67 \cdot 10^{-3}$	$3,83 \cdot 10^{-3}$	$1,31 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^{-2}$

Tabela 3 – Coeficientes de intensidade para poluentes do Ar

O calculo do transporte foi realizado conforme Formula 1, onde determinou-se que 1 tonelada é carregada ao longo de 1 quilometro, resultando em 2,25 tkm.

$$Transporte = \frac{1\text{tonelada}}{1000\text{quilos}} \times 2250 \text{ km} = 2,25 \text{ tkm} \quad (1)$$

5.3 Análise do Impacto

O método utilizado para a análise do inventário foi o Eco Indicador 99 (H) e foram analisadas as categorias de combustíveis fósseis, de acidificação/eutrofização, de ecotoxicidade, de minerais e de mudanças climáticas. As outras categorias pouco ou nada impactavam o meio ambiente.

Com a utilização do SimaPro foi possível calcular a contribuição de cada categoria no impacto ambiental presente no processo de fabricação, no uso da eletricidade, no transporte, no uso da argila, no uso da lenha e no uso do bagaço da lenha, conforme mostra Tabela 4.

Categoria de Impacto	Processo de Fabricação dos Blocos	Eletricidade	Transporte	Argila	Bagaço da cana
Combustíveis fósseis	-----	0,00505	0,556	0,00396	0,00461
Acidificação, eutrofização	0,0931	$4,47 \cdot 10^{-5}$	0,0115	0,000141	0,000469
Eco toxicidade	-----	0,0000484	0,0778	0,000163	0,00341
Minerais	-----	$6,81 \cdot 10^{-5}$	0,00472	$1,93 \cdot 10^{-5}$	0,000161
Mudanças climáticas	$1,23 \cdot 10^{-9}$	$1,81 \cdot 10^{-9}$	$5,69 \cdot 10^{-8}$	$4,31 \cdot 10^{-10}$	$9,21 \cdot 10^{-10}$

Tabela 4 – Contribuição de impacto pelo método Eco Indicador 99 (H)

6. Resultados e Discussão

O SimaPro apresenta os resultados em forma de gráficos identificando a categoria mais impactante dentre todos os componentes. A Figura 2 apresenta o resultado final, onde pode ser observado cada categoria e seus respectivos impactos diferenciados por cor.

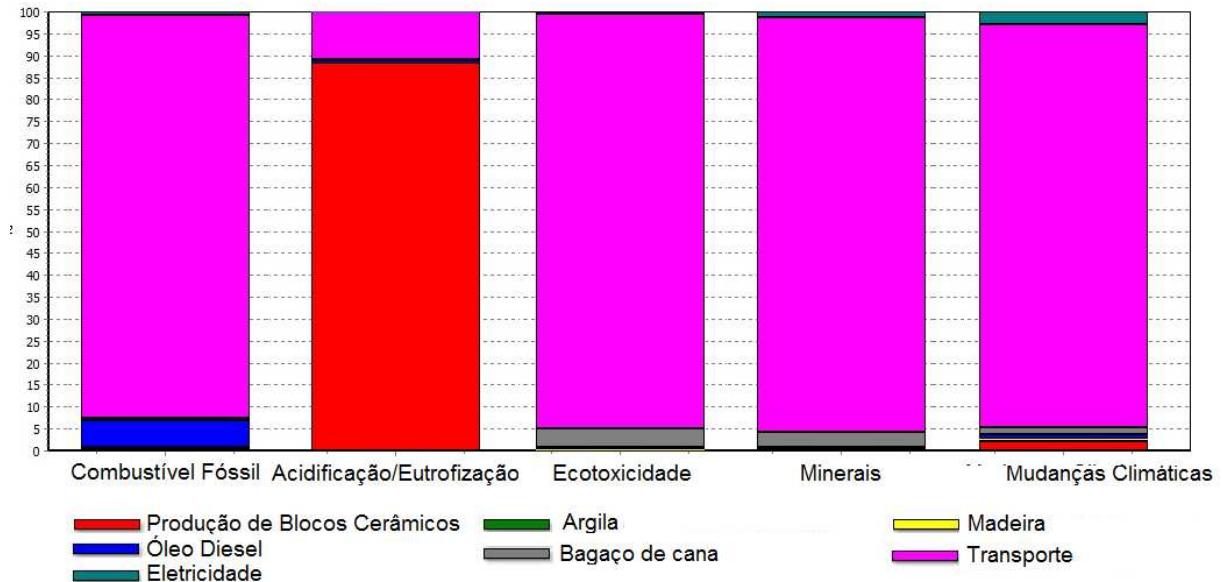


Figura2 – Contribuições de impacto

Na categoria de Combustíveis fósseis, o transporte foi o fator de maior impacto ambiental, devido à combustão de óleo diesel. O óleo diesel é um combustível fóssil derivado do petróleo, formado por hidrocarbonetos, oxigênio, nitrogênio e enxofre. O enxofre é um elemento indesejável em qualquer combustível devido à ação corrosiva de seus compostos e à formação de gases tóxicos como SO₂ e SO₃, que ocorre durante a combustão do produto. O óleo diesel é um dos principais responsáveis pela acidez da água da chuva pela produção do dióxido de enxofre (SO₂). O aumento da acidez na água da chuva pode provocar a acidificação de lagos, ocasionando a possível morte de larvas, pequenas algas e insetos, também provoca um maior arraste de metais pesados do solo para lagos e rios, podendo gerar problemas de intoxicação da vida aquática. A emissão de SO₂ também contribui para a formação de ácidos no corpo humano, à medida que respiramos, podendo provocar problemas como coriza, irritação na garganta e olhos e até afetar o pulmão de forma irreversível (SILVA *et al.*, 2013).

O impacto causado em termos de acidificação é resultante principalmente da produção de blocos cerâmicos, devido aos poluentes lançados na atmosfera na queima do bagaço da cana, compostos sobretudo de Óxido nítrico e Dióxido de nitrogênio. Os NO_x afetam à saúde humana e a vegetação, são precursores da formação do ozônio (O₃) e consequentemente do smog urbano que deixa o ar com tonalidade marrom acinzentado. Os NO_x também contribuem para a deposição ácida que danificam vegetações e ecossistemas aquáticos, causando o acúmulo de nutrientes (o efeito da eutrofização). Em condições meteorológicas de inversão térmica podem resultar em níveis significativamente mais altos de NO_x no ambiente. Observa-se que existe uma quantidade significativa de impacto causado pelo transporte, que ocorre devido ao teor de nitrogênio presente no combustível (diesel), que é liberado ao meio ambiente através da combustão (PRIMO, 2005).

O transporte também foi o fator de maior impacto ambiental na categoria de Ecotoxicidade devido à presença de zinco no solo. O zinco está presente na atmosfera como material particulado e as principais fontes de emissão referem-se à queima de combustíveis fósseis, como o diesel. As partículas de zinco são transportadas da atmosfera para o solo e água através da precipitação úmida ou seca. No solo, as formas mais comuns e móveis do Zn são os íons livres e complexados nas soluções do solo e é facilmente adsorvido por minerais e compostos orgânicos, havendo maior acúmulo nos horizontes mais superficiais. (FORTUNATO, 2009).

Em relação a categoria dos minerais o maior impacto está ligado ao transporte, devido às ligas de níquel contidas no combustível utilizado. O níquel é liberado através da mineração do combustível por intermédio de pequenas partículas de poeira que se depositam no solo ou são tomadas fora do ar em chuva ou neve. Geralmente, leva muitos dias para esse metal ser removido do ar, causando assim um prejuízo significativo ao meio ambiente e a saúde pelo fato de ser uma substância comprovadamente tóxica e cancerígena.

O principal fator de impacto nas mudanças climáticas é o transporte, por meio do qual existe a emissão de dióxido de carbono e metano resultante da combustão do diesel. As emissões de CO₂ intensificam o efeito estufa e o aumento das concentrações desses gases (acima do natural) pode ser potencialmente perigoso. Pesquisas e simulações sofisticadas vêm sinalizando evidências de que as emissões excessivas de CO₂ e metano podem provocar mudança permanente e irreversível no clima, imprimindo novos padrões no regime de ventos, pluviosidade e circulação dos oceanos. Além disso, o aumento nas concentrações desses gases reduz a eficiência com que a Terra se resfria, o que contribui para a elevação da temperatura da Terra nas últimas décadas (BILLER E GOLDEMBERG, 1999).

7 Conclusão

Por meio dos dados estudados e analisados pode-se perceber que o fator de forte impacto ambiental durante o processo de fabricação e distribuição dos blocos cerâmicos foi o transporte. O sistema rodoviário é o principal meio de transporte utilizado no Brasil, e por isso, a combustão dos combustíveis, como o óleo diesel, possui impacto significativo no meio ambiente. As substâncias que compõem o diesel são emitidas para a atmosfera afetando diretamente o meio ambiente, principalmente no que diz respeito ao efeito estufa e a elevação da temperatura terrestre. Além disso, observamos que outras substâncias presentes no diesel afetam o solo, a água e o ar, influenciando todo o ecossistema.

A partir dessa análise é importante observar que os problemas ambientais da fabricação de blocos cerâmicos consistem basicamente da queima de combustíveis fósseis durante o transporte. Com isso, é possível realizar melhorias no sentido de minimizar o efeito ao meio ambiente, através de utilização de outros combustíveis ou pela adoção de um meio de transporte menos poluente. Assim, a produção de blocos ou de qualquer produto que utilize o transporte (sendo que todos os produtos precisam ser transportados) pode ser viabilizada com menores impactos ambientais.

Referências

ANPAS. *Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental da UCB*, 2010. Disponível em <<http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT4-748-797-20100828130756.pdf>> Acesso em <11-06-14>.

BARBIERI, J.C., CAJAZEIRA, J.E.R. *Avaliação do ciclo de vida do produto como instrumento de gestão da cadeia de suprimento – o caso do papel reciclado*, In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 12, São Paulo: Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2009, 16 p.

BARRETO, A.P.L. *Ciclo de vida dos produtos: certificação e rotulagem ambiental*, In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 27, Foz do Iguaçu, Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), 2007, 9 p.

BILLER, D., GOLDEMBERG, J. *Efeito Estufa E A Convenção Sobre Mudança Do Clim.*, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Ministério da Ciência e Tecnologia, 1999.

COSTA, L.C., FERREIRA, A.P., NEVES, E.B. *Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS) na bacia hidrográfica da baía de sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil): estudo de caso*, Caderno de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 19, nº 1, p. 66 – 73, 2011.

FERREIRA, J.V.R. *Análise de Ciclo de Vida de Produtos* (Dissertação), Viseu: Instituto Politécnico de Viseu, 2004.

FORTUNATO, J. M. *Comportamento dos íons chumbo, cobre, níquel e zinco em área de manguezal associado a antigo lixão no município de Santos – SP*. Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GALASSI, C., TAVARES, C.R.G. *Processo produtivo de blocos cerâmicos*, In: Simpósio Maringense de Engenharia de Produção (SIMPERO), 6, Maringá: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2013, 4 p.

MORETTI, T.V. *Método de avaliação da estrutura de inventários de ciclo de vida: análise para casos brasileiros*, Curitiba: UTFPR, 2011, 112 p., Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

NUNES, M.B. *Dossiê Técnico: Impactos Ambientais na Indústria de Cerâmica Vermelha*, Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC, 2012.

POUSA, S. A. P. *Desenvolvimento de Modelos Simplificados de Análise do Ciclo de Vida de Moldes de Injecção de Plástico*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

PRIMO, K. R. *Formação, controle e dispersão atmosféricas dos Óxidos de Nitrogênio decorrentes da queima de bagaço em caldeiras industriais*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia da Energia. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2005.

REZENDE P.S. *Avaliação da mobilidade e biodisponibilidade de metais traço em sedimentos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. Tese de Mestrado em Química. Belo Horizonte, MG, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

RIBEIRO, C.M., GIANNETI, B.F., ALMEIDA, C.M.V.B. *Avaliação do ciclo de vida (ACV): Uma ferramenta importante da Ecologia Industrial*, Revista de Graduação da Engenharia Química, ano VI, nº 12, julho/dezembro, 2013.

ROSADO, M. M. C. *Contributo Para A Integração Da Componente Ambiental Na Avaliação Económica De Sistemas De Produção Agro-Pecuários*. Dissertação de Doutorado, Universidade de Évora, 2009.

SANTO, M.F.N. et al. *Importância da avaliação do ciclo de vida na análise de produtos: possíveis aplicações na construção civil*, GEPROS – Gestão da Produção, operação e sistemas, ano 6, nº 2, p. 57-63, abril/junho, 2011.

SILVA, T. E. P. et al. *Enxofre: Um Poluente Em Potencial Na Composição Do Óleo Diesel Brasileiro*. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador, 2013.

TAKAHASHI, S. *Avaliação Ambiental do Setor do Transporte de Cargas: Comparação de Métodos*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica e de Materiais, Curitiba, 2008.

XAVIER, J. H. V. *Análise de Ciclo de Vida (ACV) da Produção Agrícola Familiar em Unaí-MG: Resultados Econômicos e Impactos Ambientais*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.