

## AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS DE CONCRETO E DE BLOCOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE CINZAS DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Felipe Facco Mendes Ferreira (UEM – Câmpus Goioerê) felipefaccomf@gmail.com

João Vitor Cavali Araujo (UEM – Câmpus Goioerê) joaovitorcavali@gmail.com

Priscila Pasti Barbosa (UEM – Câmpus Goioerê) ppbarbosa2@uem.br

Evandro Bezerra Soares (UEM – Câmpus Goioerê) evandrobezerrasoares77@gmail.com

### Resumo:

Este trabalho aborda o uso da técnica de avaliação do ciclo de vida (ACV) realizada por meio do *software* SimaPro® 7.3 da produção de blocos cerâmicos, blocos de concreto e blocos de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar. O estudo foi elaborado devido à necessidade de se proporcionar novas perspectivas e um maior conhecimento tanto da ACV quanto da produção e impactos ambientais que geram os diferentes tipos de blocos. Pretende-se mostrar as etapas desde a extração da matéria-prima até o produto final acabado paletizado dos blocos cerâmicos, blocos de concreto e blocos de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar e fazer uma análise dos impactos ambientais que estes causam, fazendo por fim uma comparação para se determinar qual é o mais sustentável. Foi utilizado na fase de análise de impacto do ciclo de vida (AICV) etapa importante para interpretação dos resultados da ACV o método de avaliação RECIPE o qual usa etapas de distribuição de pesos que resultam em um número indicador de impacto ambiental do produto ou processo baseado nos dados de uma ACV. Para efetuar estes cálculos fez-se o uso do *software* SimaPro® 7.3. Os resultados obtidos pelo método RECIPE demonstraram que o bloco cerâmico se destaca entre os blocos estudados como sendo o mais ambientalmente viável. Por segundo, o bloco de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar, apesar de seu impacto ser semelhante ao bloco de concreto.

**Palavras chave:** Análise do ciclo de vida, RECIPE, SimaPro.

## EVALUATION OF THE LIFE CYCLE OF CERAMIC BLOCKS, CONCRETE AND CONCRETE WITH ADDED ASH OF THE SUGAR CANE BAG

### Abstract

This research approaches the use of the life cycle evaluation (LCE) technique in the production of ceramic bricks, concrete blocks and concrete blocks with addition of ash from the sugarcane bagasse held by the *SimaPro 7.3 software*. The study was prepared by the need to provide new perspectives of

both the (LCE) and the production and environmental impacts that generate different types of blocks and give a better understanding on those blocks. It is intended to show the steps from extraction of raw materials to the final finished palletized product of ceramic bricks, concrete blocks and concrete blocks with addition of ash from the sugarcane bagasse and make an analysis of environmental impacts they cause, finally making a comparison to determine which is the most sustainable. Was used in the analysis stage of life cycle impact evaluation (LCIE), important step for interpretation of LCE results, the RECIPE evaluation method, which uses weightings distribution steps that result in numbers of environmental impact indicator of the product or process based data in an LCE. These calculations were made using the SimaPro 7.3 *software*. The results obtained by RECIPE method showed that the ceramic block stands out among the blocks studied as the most environmentally viable. Second, the concrete block with the addition of ash from sugar cane bagasse, although its impact is similar to concrete block.

**Key-words:** life cycle analysis, RECIPE, SimaPro.

## 1. Introdução

O crescimento da população mundial faz com que as indústrias utilizem o meio ambiente cada vez mais, para o atendimento de toda sua demanda, aumentando, portanto, suas atividades produtivas assim como a exploração dos recursos naturais, tornando este cada vez mais escasso.

A fabricação de materiais para construção civil um dos mais importantes setores da economia brasileira, e que cresce continuamente devido ao aumento da população mundial causa impactos ambientais significativos. Como é o caso das empresas que produzem blocos para alvenaria, as quais apresentam alto consumo de matérias-primas e a extração destas geram grandes impactos ao ambiente assim como seu processo de fabricação. No entanto, estas empresas possuem muitas vezes pouco conhecimento em relação aos impactos oriundos de seu produto e baixo amadurecimento em relação aos cuidados e as práticas ambientais, assim como consumidores apresentam praticamente nenhum conhecimento em relação aos produtos destas empresas para fazerem a escolha na hora da compra.

Foi utilizado o *software* SimaPro®7.3 para auxiliar a condução da ACV permitindo este realizar a modelagem e análise do ciclo de vida dos blocos cerâmicos, blocos de concreto e blocos de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar, utilizando este estudo o banco de dados do *software* para obtenção de certos impactos provenientes da produção dos blocos, que não foi possível obter nas visitas e nos relatórios das empresas, como o caso do impacto da extração da argila utilizada na produção dos blocos cerâmicos. O SimaPro® possui vários métodos de avaliação de impacto e o utilizado neste estudo foi o Recipe Midpoint (E).

O intuito deste trabalho é identificar os impactos ambientais da produção dos blocos de vedação de cerâmica, blocos de concreto e blocos de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar e realizar uma comparação para avaliar qual destes é mais viável ambientalmente.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Blocos Cerâmicos

Os blocos cerâmicos usados na construção civil, produzidos no Brasil podem ser classificados como: blocos de vedação e blocos estruturais (SILVA, 2009).

Os blocos de vedação são utilizados para formação de paredes, em que estas suportam apenas seu peso próprio e pequenas cargas de ocupação (armários, pias, etc). Este tipo de bloco apresenta normalmente furos horizontais, porém também há com furos verticais. Enquanto os blocos estruturais possuem a função de vedação e também constituem a estrutura resistente da edificação, substituindo os pilares e vigas de concreto. Apresentam sempre furos na vertical, e uma grande resistência mecânica (SILVA, 2009).

## **2.2. Blocos de concreto**

O uso dos blocos de concreto na alvenaria se deu em consequência ao surgimento do cimento Portland, época que ocorreu a produção de grandes e maciças unidades de concreto. Desde então esforços aconteceram para a modernização da fabricação dos blocos e também da sua utilização na alvenaria (SALVADOR FILHO, 2007).

Ainda de acordo com o autor, os blocos de concreto produzidos no Brasil podem compor dois tipos de sistemas construtivos: alvenaria estrutural e de vedação. A classe de blocos faz a diferenciação dos blocos de acordo com seu uso, que pode ser estrutural ou não estrutural, em elementos de alvenaria, acima ou abaixo do nível do solo. E também classificados em 3 tipos de classe: A, B e C, onde o principal diferencial entre elas é a sua resistência a compressão axial, variando de 8 a 3 MPa.

## **2.3. Blocos de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC)**

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar no mundo e também principal exportador de seus derivados, sendo eles o etanol e o açúcar. Na indústria sucroalcooleira são gerados pelos processos industriais de fabricação de álcool e açúcar e outros produtos, alguns subprodutos como o bagaço da cana-de-açúcar, a sacarose e a palha (NUNES *et al*, 2008).

O bagaço gerado da usina é consumido para produção de energia por meio da co-geração, tornando a usina autossustentável energeticamente. Durante o processo de queima do bagaço de cana-de-açúcar nas fornalhas das caldeiras, ocorre a geração de cinzas residuais (NUNES *et al*, 2008).

## **2.4. Avaliação do Ciclo de Vida**

Qualquer produto, seja este de madeira, vidro, plástico, metal ou qualquer outro elemento, gera um impacto ao meio ambiente, devido ao seu processo produtivo, das matérias-primas que consome, ou ao seu uso ou disposição final (CHEHEBE, 2002).

A ACV busca por meio de quatro tópicos orientar e proporcionar uma melhor aplicação sendo eles: Definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação (Figura 1) (ISO 14040: 2001).



Figura 1: Estrutura do ACV

a) **Definição do Objetivo e Escopo:** Na primeira fase da ACV são estabelecidos o objetivo e o escopo do estudo, tendo estes, suporte normativo na ISO 14044 e no relatório técnico ISO/TR 14049 (CAMPOS, 2012). Nessa etapa é onde se define os motivos principais para a realização do estudo, assim como abrangência e limites, unidade funcional, metodologia, procedimentos fundamentais para a segurança da qualidade do estudo, a escolha dos parâmetros ambientais e a estratégia para coleta de dados (BIANCHINI, 2007).

b) **Análise do Inventário:** É onde acontece a coleta de dados e procedimentos de cálculos, quantificando os fluxos de massa e energia que entram e saem nas diversas etapas do ciclo de vida do produto (DIAS, 2008). Podendo-se quantificar o uso de recursos (matérias-primas, energia e transporte) e as liberações no ar (emissões atmosféricas), no solo e na água (resíduos sólidos e efluentes) (SARTORI, 2007).

c) **Avaliação do Impacto (AICV):** Esta etapa é realizada baseada nos dados adquiridos da análise do inventário, associando o que entra e sai nas diversas etapas do ciclo de vida do produto em certas categorias de impactos, conforme seu efeito potencial em determinadas áreas (ex. saúde pública ou recursos naturais). Sendo feita a avaliação dos impactos ambientais relacionado à emissão de determinada substância a partir do seu efeito potencial, devido o efeito real depender de muitas variáveis, fazendo sua modelação altamente complexa (RODRIGUES, 2010).

d) **Interpretação:** Nesta fase é feita a avaliação e análise dos resultados obtidos nas fases de ICV e AICV do estudo, conforme os objetivos e escopo definidos e planejados na primeira etapa (QUEIROZ, 2011). Nesta fase são tiradas conclusões e recomendações, devendo ter na interpretação os impactos ambientais mais relevantes; avaliação do estudo com relação a sua completude, sensibilidade e consistência; e também conclusões e sugestões de realização de melhorias para a redução dos impactos ambientais relevantes (DIAS, 2008).

## 2.5. SimaPro

O SimaPro é um *software* desenvolvido por uma empresa holandesa Pré-Consultans, tendo a sua primeira versão lançada em 1990. É considerado este o melhor *software* de ACV do

mundo, apresentando grande confiabilidade e flexibilidade, utilizado por universidades, consultorias e indústrias (DIAS, 2008).

O SimaPro é um *software* que permite ao usuário modelar e analisar ciclos de vida complexos seguindo as recomendações da série ISO 14040, tem a necessidade da construção do ciclo de vida pelo usuário, o qual irá colocar os detalhes do produto e cada estágio do ciclo de vida do produto, como material, processo, transporte, reciclagem, reutilização e eliminação; e, com isto em seguida, os resultados do ciclo de vida do produto e impacto ecológico são apresentados. O usuário pode introduzir em cada estágio a quantidade de material, os processos e os dados disponíveis nas bases de dado do pacote, podendo também acrescentar um novo material ou processo no banco de dados quando necessário (DIAS, 2008).

Neste estudo escolheu-se utilizar o método de avaliação de impactos o Recipe Midpoint (E), explicado este logo a seguir.

## **2.6. Recipe**

Em 2000 uma sessão especial focou-se na compreensão dos pontos fortes e fracos dos métodos midpoint e endpoint organizada em Brighton, e logo em seguida a SETAC, e 50 especialistas em ACV chegaram à conclusão que seria vantajoso uma estrutura comum, na qual ambos os indicadores poderiam ser usados, tratando-se isto a base do método Recipe. O Recipe é uma continuação dos métodos Eco – Indicador 99 e CML 2002 buscando este integra e harmoniza em uma estrutura consistente a abordagem direcionada ao problema do CML, com a abordagem direcionada a danos do Ecoindicador 99 (BARBOSA, 2012).

## **3. Metodologia**

O objetivo deste trabalho é o uso da técnica de avaliação do ciclo de vida por meio do *software* SimaPro, buscando avaliar e quantificar os impactos ambientais da etapa de extração da matéria-prima até o produto acabado armazenado dos blocos cerâmicos, blocos de concreto e blocos de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar. Com base nos princípios da ISO 14040: 2001, que são: Definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação. Por fim, será realizada uma comparação para a definição de qual é o mais sustentável.

## **4. Resultados e Discussão**

### **4.1. Definição do objetivo e escopo**

Tem como objetivo a avaliação comparativa dos impactos ambientais da produção de 1 kg de bloco cerâmico, 1 kg de bloco de concreto e 1 kg de bloco de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar. Com o âmbito de analisar os impactos causados por cada processo do berço ao portão, foi mapeado os três processos (Figuras 2, 3 e 4).

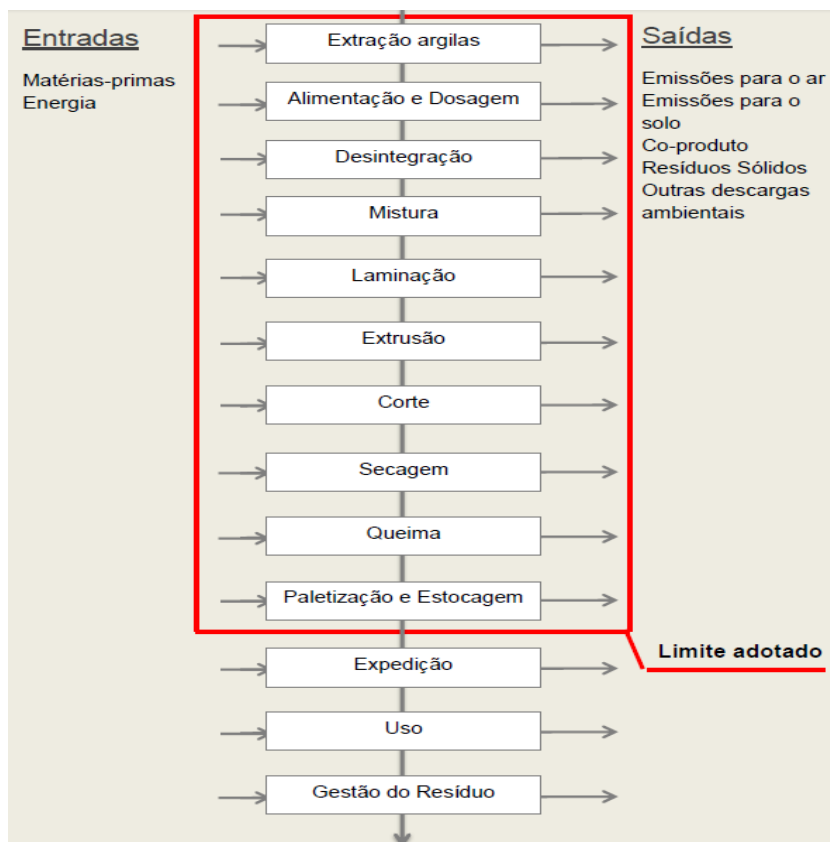


Figura 2: Fluxograma do bloco cerâmico

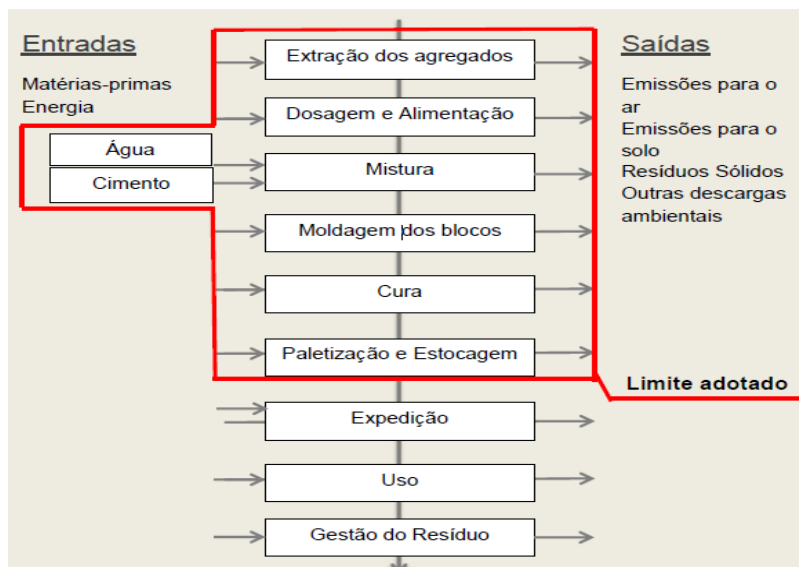


Figura 3: Fluxograma do bloco de concreto

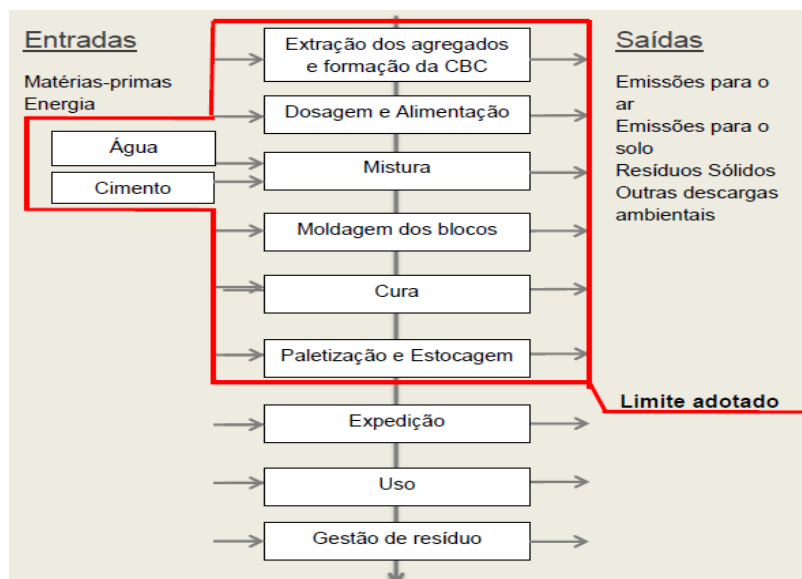


Figura 4: Fluxograma do bloco de concreto com adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar

#### 4.2. Análise do inventário

No *software* SimaPro® foram criados 3 inventários, um para cada bloco. O inventário do bloco cerâmico é demonstrado na Tabela 1.

| Entradas/Saídas              | Quantidade | Unidade | Grandeza | Alocação | Comentário                        |
|------------------------------|------------|---------|----------|----------|-----------------------------------|
| Argila Forte                 | 0,6942     | kg      | -        | -        | Insumo para produção              |
| Argila Fraca                 | 0,3472     | kg      | -        | -        | Insumo para produção              |
| Cavaco de Madeira            | 0,0006024  | m3      | -        | -        | Matéria-prima para                |
| Transporte (20t)             | 2,978      | t.km    | -        | -        | Distância percorrida              |
| Transporte (32t)             | 2,85       | t.km    | -        | -        | Distância percorrida              |
| Elettricidade                | 0,0344     | kWh     | -        | -        | Utilizada na produção             |
| Blocos cerâmicos             | 1          | kg      | Massa    | 98,99%   | Impacto por massa                 |
| Resíduo reutilizáveis        | 0,0108     | kg      | Massa    | 1,01%    | Resíduos que retornam ao processo |
| Material Particulado < 10 µm | 0,00013729 | kg      | -        | -        | Dados da Empresa                  |
| Material Particulado < 2.5µm | 0,00067374 | kg      | -        | -        | Dados da Empresa                  |
| Dióxido de enxofre (SO2)     | 0,00008880 | kg      | -        | -        | Dados da Empresa                  |
| Monóxido de carbono (Co)     | 0,00020385 | kg      | -        | -        | Dados da Empresa                  |
| Compostos orgânicos voláteis | 0,00006973 | kg      | -        | -        | Dados da Empresa                  |
| Dióxido de nitrogênio        | 0,00085826 | kg      | -        | -        | Dados da Empresa                  |

Tabela 1: Inventário do processo de produção dos blocos cerâmicos

O inventário do bloco de concreto está na Tabela 2.

| Entradas/Saídas           | Quantidade | Unidade | Grandeza | Alocação | Comentário            |
|---------------------------|------------|---------|----------|----------|-----------------------|
| Blocos de concreto        | 1          | kg      | Massa    | 100%     | Impacto por massa     |
| Eletricidade              | 0,004912   | kWh     | -        | -        | Utilizada na produção |
| Areia Fina e Areia Grossa | 0,3696     | kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Cimento                   | 0,0559     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Pó de Pedra               | 0,3281     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Pedrisco                  | 0,2574     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Fita de Poliéster (PET)   | 0,00009752 | Kg      | -        | -        | QTD para embalagem    |
| Água                      | 0,0228     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Transporte (20t)          | 5,277      | t.km    | -        | -        | Distância percorrida  |
| Transporte (31t)          | 1,952      | t.km    | -        | -        | Distância percorrida  |

Tabela 2: Inventário do processo de produção dos blocos de concreto

E por fim, o inventário do bloco de concreto com a adição da cinza do bagaço da cana de açúcar se encontra na Tabela 3.

| Entradas/Saídas            | Quantidade | Unidade | Grandeza | Alocação | Comentário            |
|----------------------------|------------|---------|----------|----------|-----------------------|
| Blocos de concreto com CBC | 1          | Kg      | Massa    | 100%     | Impacto por massa     |
| Eletricidade               | 0,004912   | KWh     | -        | -        | Utilizada na produção |
| Areia Fina e Areia Grossa  | 0,3326     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Cimento                    | 0,0559     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Pó de Pedra                | 0,3281     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Pedrisco                   | 0,2574     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Fita de Poliéster (PET)    | 0,00009752 | Kg      | -        | -        | QTD para embalagem    |
| Água                       | 0,0228     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| CBC                        | 0,0369     | Kg      | -        | -        | Insumo para produção  |
| Transporte (20t)           | 5,277      | t.Km    | -        | -        | Distância percorrida  |
| Transporte (31t)           | 1,952      | t.Km    | -        | -        | Distância percorrida  |

Tabela 3: Inventário do processo de produção dos blocos de concreto com bagaço da cana-de-açúcar

### 4.3. Avaliação do impacto

Para a realização da Análise do Inventário do Ciclo de Vida foi usado o método RECIPE MIDPOINT (E) por meio do *software* SimaPro. Foram utilizadas as seguintes categorias do Recipe: Mudanças Climáticas; Toxicidade humana; Formação de oxidantes fotoquímicos; Formação de material particulado; Destruição da camada de ozônio; Acidificação terrestre; Esgotamento da água; Depleção Fóssil (Gráfico 1).

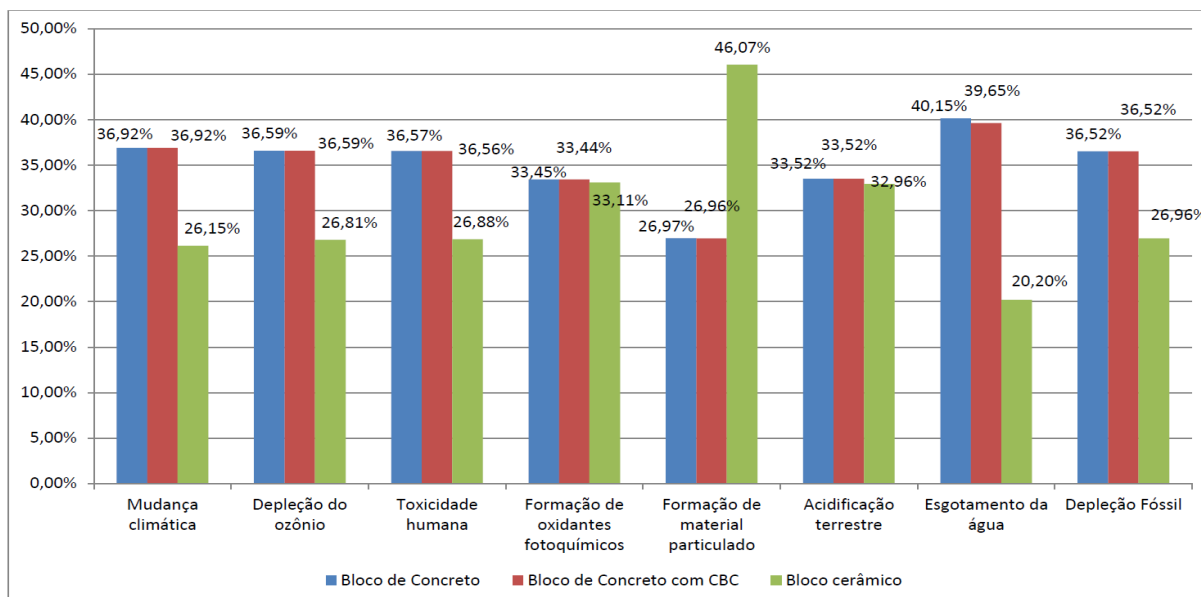


Gráfico 1: Participação dos Blocos nas Categorias de impacto analisadas pelo método RECIPE

### 4.4. Interpretação

Nesta fase será feita uma interpretação para a compreensão dos resultados obtidos dos impactos dos 3 blocos nas 8 categorias de impactos selecionadas para este estudo, que pode ser visto no Gráfico 1 na avaliação de impacto.

a) Mudanças Climáticas: É uma categoria de impacto a qual, esta ligada ao progressivo número de gases que acarretam o efeito estufa, ocorrendo este efeito devido os gases ficarem concentrados em certas regiões da atmosfera criando uma camada que bloqueia a dissipação do calor. Dos 100% avaliados na categoria, as contribuições de impactos dos blocos estão distribuídos em 36,92% relacionado ao bloco de concreto, 36,92% ao bloco de concreto com CBC e 26,15% ao bloco cerâmico.

b) Toxicidade humana: É a categoria que compreende todo e qualquer impactante a saúde humana proveniente das substâncias tóxicas presentes no ambiente sendo por inalação ou ingestão. A caracterização desta está vinculada aos potenciais de toxicidade humana, HTPs, (Human Toxity Potentials), tendo os resultados expressos em 1,4 diclorobenzeno. Os resultados apresentados quanto à toxicidade humana mostram que dos 100% avaliados nesta categoria, as contribuições do impacto total são disseminadas em: 36,57% ao bloco de concreto, 36,56% ao bloco com CBC e 26,88% ao bloco cerâmico.

c) Formação de oxidantes fotoquímicos: Este impacto ocorre devido o monóxido de carbono (CO) e todos os outros compostos orgânicos voláteis (COV) reagirem com o radical hidróxido

k (OH) formando radicais peróxidos, e ao entrar em contato com óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e luz ultravioleta (UV) formam oxidantes fotoquímicos como o ozônio e outros compostos reativos na troposfera. O potencial de criação deste é representado em COV equivalentes. Nesta categoria entre os 100% do seu impacto, 33,45% são representados pelos blocos de concreto, 33,44% pelos blocos de concreto com adição de CBC e os restantes 33,11% são pertencentes aos blocos cerâmicos.

d) Formação de material particulado: O material particulado (MP) refere-se a uma classe de poluentes formada por poeira, fumaça e todo tipo de material líquido ou sólido que permanecem suspensas no ar em função do seu pequeno tamanho, em forma de poeira, neblina, fumaça, fuligem. Seus componentes possuem características físicas e químicas diversas. Em geral o material particulado é classificado de acordo com o diâmetro das partículas, devido a relação existente entre diâmetro e possibilidade de penetração no trato respiratório. Os efeitos deste sobre a saúde estão: câncer respiratório, arteriosclerose, inflamação de pulmão, agravamento de sintomas de asma, crescimento de internações hospitalares e podem levar à morte. Os resultados apresentados quanto à toxicidade humana, revela que as contribuições do impacto total são disseminadas em: 26,97% ao bloco de concreto, 26,96% ao bloco com CBC e 46,07% ao bloco cerâmico, dos 100% do impacto avaliados nesta categoria

e) Destruição da camada de ozônio: A camada de ozônio é parte da estratosfera que filtra os raios ultravioletas vindos do sol, a estratosfera é a segunda mais próxima à superfície da Terra, que se encontra a uma distância de 10 a 50 km da superfície. É nessa camada que está localizada a camada de ozônio. Esta camada vem sendo degradada fazendo com que diminuía a concentração do gás, resultando na formação do buraco de ozônio, com isto aumenta-se a incidência de raios ultravioletas (UV), o que pode acarretar em efeitos aos humanos, aumentando a probabilidade de ocorrência de câncer de pele, cataratas, além de afetar às plantas. Os gases CFC e Halons são os principais responsáveis por esta depleção. Na categoria Depleção do Ozônio, os resultados obtidos, em relação a 100% dos impactos avaliados, 36,59% são devido ao bloco de concreto, 36,59% do bloco de concreto com CBC e 26,81% do bloco cerâmico.

f) Acidificação terrestre: Há uma enorme variedade de impactos no solo ocasionado pelos poluentes acidificantes, como por exemplo, diminuição do pH, teor de nutriente e crescimento do teor de elementos potencialmente tóxicos. Sendo a unidade de medida expressa em kg  $\text{SO}_2$  eq. A principal causa de acidificação da precipitação é a presença na atmosfera de óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ), com destaque para o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), um gás proveniente da oxidação de compostos de enxofre (S) contidos nos combustíveis fósseis e na matéria orgânica que é queimada. Em relação a esta categoria, o bloco de concreto e bloco de concreto com CBC são os que mais contribuem, apresentado um valor de 33,52% cada, enquanto o bloco cerâmico expressa uma percentagem de 32,96%, sendo a somas destes 100% que representa o impacto total.

g) Esgotamento da água: Esta categoria está relacionada com a matéria-prima extraída para a produção dos blocos, a água de fontes naturais não especificadas. Dos 100% dos impactos gerados por esta categoria, tem-se que 40,15% são respectivos ao bloco de concreto, 39,15% ao bloco de concreto com CBC e 20,70% ao bloco cerâmico.

h) Depleção Fóssil: É calculada em função do consumo de recursos fósseis. Os tipos de blocos que mais contribuem para a depleção fóssil são o bloco de concreto e o bloco de

concreto com CBC, apresentando ambos uma porcentagem de 36,52%, enquanto o bloco cerâmico possui uma porcentagem de 26,96%, sendo a soma destes 100%, representando esta porcentagem o impacto total. Por meio da depleção fóssil há as seguintes decorrências impactantes para o ambiente: Redução na oportunidade para futuras gerações terem acesso ao recurso; A eventual pressão causada nos substitutos; A incapacidade de prosseguir com as atividades dependentes de tal recurso envolvido.

## **5. Considerações finais**

O objetivo deste trabalho baseou-se na realização da avaliação do ciclo de vida dos blocos cerâmicos, blocos de concreto e blocos de concreto com adição da cinza do bagaço da cana de açúcar da etapa de extração da matéria-prima até o produto final paletizado destes blocos e por fim uma comparação para se definir qual é o mais sustentável.

Com a ACV foi possível verificar que o bloco de concreto é o que mais contribui para as categorias de impacto analisadas, seguido do bloco de concreto com adição de cinzas do bagaço da cana-de-açúcar e por último foi o cerâmico. Sendo o bloco cerâmico mais poluente que os de concreto estudados só em relação a categoria de formação de material particulado devido a este possuir a etapa da queima na sua fabricação, o que acarreta em uma grande formação destas partículas.

Porém, a etapa que mais contribuiu para as categorias de impactos analisadas em relação aos três blocos estudados foi a etapa do transporte. Devido a necessidade de muito transporte, ou seja, os caminhões percorrem por muitos quilômetros para que os insumos utilizados na produção cheguem às empresas em que foi realizado o estudo. Sendo as entregas realizadas por caminhões os quais utilizam óleo diesel, e este acarreta em muitos impactos ambientais tanto em sua fabricação pelas refinarias de petróleo, quanto a queima deste quando os caminhões realizam o transporte dos insumos para as empresas.

Como podemos observar o estudo ACV proporciona um alto valor técnico para os impactos ambientais, com esse estudo e levantamentos podemos reduzir os custos e causar menos impactos.

## **Referências**

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 14040: Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura.* Rio de Janeiro, 2001.

**BARBOSA, P.P.** *Análise dos impactos ambientais da cadeia têxtil do algodão no espaço urbano – industrial: uma aplicação da avaliação do ciclo de vida.* 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.

**BIANCHINI, U. L.** *Análise do Ciclo de Vida do Álcool Hidratado produzido na usina São Luiz localizada no município de Ourinhos - SP.* 2007. 54 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Curso De Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

**CAMPOS, M. G.** *Abordagem de Ciclo de Vida na Avaliação de Impactos Ambientais no Processamento Primário OffShore.* 2012. 121 f. Projeto de Graduação (Graduação



Engenharia Ambiental) – Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.

**CHEHEBE, José Ribamar.** *Análise do Ciclo de Vida de Produtos*. Rio de Janeiro, Qualitymark Editora, 2002.

**DIAS, F. A. A.** *Análise Ambiental e Econômica de Processos de Desinfecção de Resíduos de Serviço de Saúde*. 2008. 98 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

**NUNES, et al.** *Estudo das características físicas e químicas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar para uso na construção*. Revista Tecnológica. Maringá, v. 17, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/8728/5158>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

**RODRIGUES, M. A. D. A.** *Aplicação de uma Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida a Culturas Agrícolas em Portugal Continental*. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2010.

**SALVADOR FILHO, J. A. A.** *Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas*. 2007. 241 f. Tese (Doutorado em Engenharia de

**SARTORI, L.** *Avaliação Comparativa de Desempenho Ambiental de Duas Caixas de Carga do Semi-Reboque Bitrem Graneleiro: Compósito Natural versus Compósito Sintético*. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Materiais) – Programa de Mestrado em Materiais, Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2011.

**SILVA, A.V.** *Análise Do Processo Produtivo dos Tijolos Cerâmicos no Estado Do Ceará – Da Extração da Matéria-Prima à Fabricação*. 2009. 100 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.