



CONTABILIDADE AMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE CIMENTO COM O USO DE INDICADORES EM EMERGIA

Carlos C. da SILVA¹; Eduardo MARTINS², Caio O. AMARAL³; Geslaine FRIMAIO⁴,

RESUMO

O presente estudo propõe uma contabilidade ambiental da fabricação de cimento, com aplicação da metodologia da síntese em energia de um empreendimento localizado no município de Votorantim-SP. O cimento, matéria prima primordial no desenvolvimento de uma nação, tem uma gigantesca demanda no país, uma vez que o setor da construção civil é um dos maiores e mais fortes do Brasil. O projeto determina por meio da contabilidade ambiental em energia e a UEV (sej/unidade) envolvida no processo de produção do cimento. A metodologia apresenta resultados sintéticos e de fácil entendimento que auxiliam na busca do desenvolvimento sustentável. As análises indicam que a energia total do sistema é de $1,52.10^{22}$ sej/ano para produzir 2 milhões de toneladas ao ano, e UEV do cimento em $7,60.10^9$ sej/g. O uso de calcário corresponde a 74,30% da energia do sistema, seguida de 16,30% da energia do ferro gusa, ambos são matérias primas essenciais na fabricação do cimento CP-II-E.

Palavras-chave: Produção do cimento; Cálculo de energia; Calcário.

1. INTRODUÇÃO

Todo e qualquer processo produtivo necessita de energia para sua realização. Odum (1996) desenvolveu a metodologia de contabilidade ambiental em energia que leva em conta todos os fluxos de energia de determinado sistema, sejam estes oriundos da economia ou do meio ambiente, sendo renováveis ou não. Estes fluxos de energia foram equalizados pelo autor em uma única métrica comum, a “energia” que tem como unidade de medida o sej (solar energy joule). Esta metodologia possibilita-nos comparar sistemas e contribui para otimizar o uso de energia e os fluxos energéticos. Trata-se de uma metodologia recente, que carece de artigos que possam divulgá-la (Corsini et al, 2013).

A contabilidade em energia do processo produtivo do cimento portland composto CP-II-E (o qual possui aditivo escória granulada de alto-forno) produzido no Brasil ainda não havia sido calculada, de forma que calculá-la foi o objetivo principal deste trabalho, que levou em conta um sistema de produção em que todos os gastos energéticos, inclusive o gasto para a construção da área industrial são contabilizados na metodologia em energia.

¹ IFSULDEMINAS – Inconfidentes - carlos.silva@ifsuldeminas.edu.br

² IFSULDEMINAS – Pouso Alegre - eng2016eduardo@gmail.com

³ IFSULDEMINAS – Pouso Alegre - caiao3d@gmail.com

⁴ IFSULDEMINAS – Inconfidentes - geslaine.frimaio@ifsuldeminas.edu.br



2. MATERIAL E MÉTODOS

O empreendimento analisado localiza-se no município de Votorantim – SP, e trata-se de uma indústria que atua principalmente no ramo da produção dos mais variados tipos de cimento. A empresa produz cerca de 5970 toneladas de cimento por dia, o que resulta em 2 milhões de toneladas ao ano, considerando o ano efetivo com 335 dias de trabalho, com uma jornada de trabalho de 16 horas por dia. Para o desenvolvimento desta atividade produtiva a empresa conta com 450 funcionários, a coleta de dados foi realizada *in loco* no período de 08/2016 à 11/2016.

O estudo aqui apresentado faz uso da ferramenta de contabilidade ambiental em Emergia, que tem sua base nos conceitos formulados por Odum (1996). O valor em emergia total presente em um sistema produtivo considera todos os recursos e serviços utilizados para a obtenção de determinado produto, processo ou serviço, sendo estes provenientes da economia ou do meio ambiente, renováveis ou não.

O joule de emergia solar – sej (solar energy joule) – é a unidade da emergia, que tem como característica a possibilidade de contabilizar os fluxos oriundos da economia e do meio ambiente mediante uma base comum. A UEV (Valor da Unidade de emergia) calculada em sej/unidade determina a quantidade de emergia em sej que é necessária para a obtenção de um joule ou outra unidade de um produto, processo ou serviço, seja ele de origem ambiental ou não. Ao se determinar a UEV torna-se possível conhecer a quantidade de energia solar direta e indireta necessária para a obtenção de um determinado produto, processo ou serviço. Este método considera tanto os recursos e serviços utilizados para implantar o projeto, colocá-lo em funcionamento, quanto aqueles que são necessários durante sua operação, utilizando a base anual para os cálculos. No presente estudo, utilizamos os seguintes indicadores: Rendimento em emergia (EYR), Investimento em emergia (EIR), ambos desenvolvidos por Odum (1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo iniciou-se com a construção do diagrama de energia (Fig. 1). Os recursos renováveis (R) estão localizados na lateral esquerda do diagrama, na região superior localizam-se os recursos de fontes pagas (F) e não renováveis (N) e na extremidade direita os produtos do sistema.

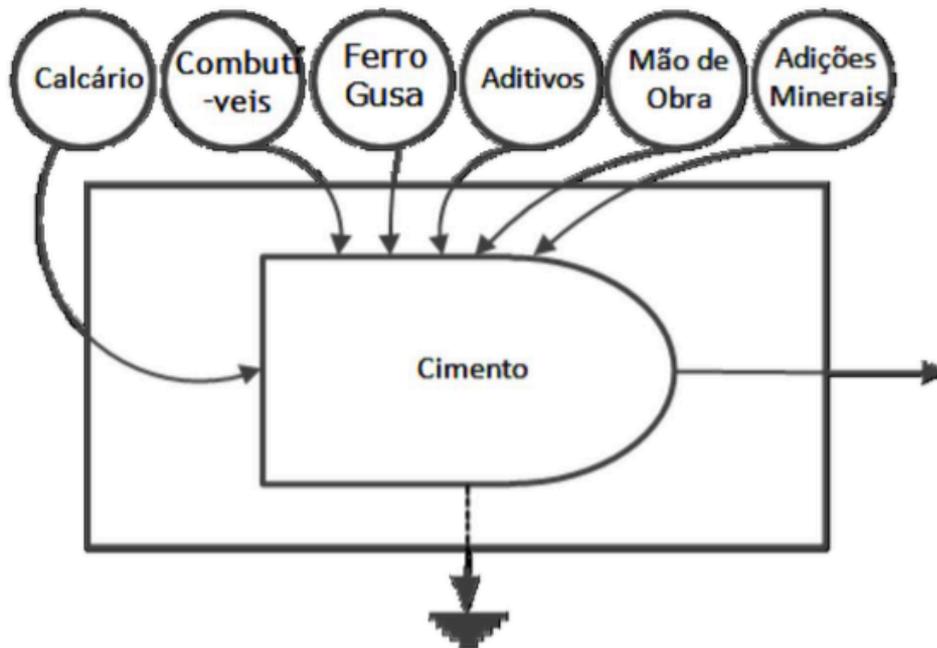


Fig. 1 - Diagrama de energia do sistema do processamento de cimento (Elaborado pelos autores).

A energia total do sistema de produção de cimento é de $1,52 \cdot 10^{22}$ sej/ano, deste aproximadamente 74,30% sej/sej provêm da rocha calcária classificada como recursos não renovável (N), 16,30% sej/sej de ferro gusa, classificado como recurso pago e os outros 9,4% sej/sej restantes são de recursos renováveis (R) e de fontes pagas (F)

3.1 Indicadores

A classificação dos recursos em N, F e R do diagrama possibilitou calcular os indicadores em energia (Tab. 1), representando de forma dinâmica as interações do sistema com o ambiente em que está inserido.

Tabela 1 - Resultados dos indicadores da síntese em energia (Elaborada pelos autores).

Indicador	Produção do cimento
EYR	4,72
EIR	$2,7 \cdot 10^{-1}$

O índice de 4,72 obtido pelo rendimento em energia (EYR) demonstra que o sistema de fabricação de cimento utiliza proporção maior de recursos locais renováveis e não renováveis



(R+N) em relação ao investimento econômico (tab. 1).

O Investimento em energia (EIR) é a relação entre recursos pagos e os recursos gratuitos. Um índice baixo indica que o ambiente provê mais recursos naturais para o processo do que fontes pagas (materiais e serviços). O empreendimento obteve o índice de $2,7 \cdot 10^{-1}$ (tab. 1) resultante do grande fluxo de energia provindo da rocha calcária.

4. CONCLUSÕES

A rocha calcária, recurso não renovável, é o maior fluxo de energia do sistema destacando-se significativamente dos outros fluxos energéticos, mas não muito do ferro gusa. Tal característica faz com que empreendimento seja sustentável em curto prazo, ou seja, “até que a lavra se esgote”. Os indicadores apresentam baixo desempenho, evidenciando alta sobrecarga sobre o ambiente, e no caso de EYR, um valor acima de zero, não muito alto, representa dependência de recurso não pagos, por conta da rocha calcária. Por outro lado, se tratando do setor industrial e principalmente pela grande quantidade de rocha calcária processada, é natural encontramos tais resultados. A energia total do sistema é de $1,52 \cdot 10^{22}$ sej/ano resultando na UEV de $7,60 \cdot 10^9$ sej/g, valor próximo ao determinado por Odum para a rocha calcária que é de $9,50 \cdot 10^9$ sej/g, essa redução na UEV se deve ao fato de que 16,1% dos fluxos do sistema é composto pelo ferro gusa que tem UEV de $2,22 \cdot 10^9$ sej/g possibilitando este resultado.

REFERÊNCIAS

ODUM, H.T., 1996. Environmental Accounting: Energy and Environmental Decision Making. Wiley, New York, NJ.

CORSINI, I., SILVA, C. C., TAGIAFERRO, K, FRIMAIO, A., 2013. Contabilidade Ambiental em Energia do Processamento de Rocha Calcária para Uso Agrícola. IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes- MG, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP.