



São Paulo - Brazil - May - 22nd to 24th - 2013

Acca4themic

INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

Contabilidade Ambiental em Emergia do Processamento de Rocha Calcária para Uso Agrícola

CORSINI, I. ^{a*}, SILVA, C. C. ^a, TAGLIAFERRO, K. ^a, RODRIGUES.G.S ^b, LABIGALINI, I. ^a,
FRIMAIO, A. ^a

a. IFSLUDEMINAS- Câmpus Inconfidentes- MG

b. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP

* corsini.igor@gmail.com

Resumo

O presente estudo propõe uma contabilidade ambiental do processamento de calcário de rocha para uso agrícola, com aplicação da metodologia da síntese em emergia de um empreendimento atuante no referido setor, localizado no município de Arcos - MG. Na produção agrícola, o calcário é utilizado com a finalidade de corrigir o pH do solo e fornecer suplemento de cálcio e magnésio para as plantas. Os estudos de contabilidade ambiental via método da síntese em emergia de empreendimentos agrícolas têm utilizado apenas a transformidade da rocha calcária, sem consideração para etapas de processamento. Neste sentido, o presente estudo visa calcular a transformidade do Calcário Agrícola, que é a rocha calcária processada. A metodologia apresenta resultados sintéticos e de fácil entendimento que auxiliam na busca do desenvolvimento sustentável. As análises indicam que a emergia total do sistema é de $8,70E+21$ sej/ano, resultando em uma transformidade de $2,81E+6$ sej/J como co-produto e de $4,30E+6$ sej/J como 'Split'. Em relação à transformidade da rocha calcária calculada por Odum (1996; 2000) o Calcário Agrícola representa um aumento de 2% no co-produto e 55% no 'Split'.

Palavras- chave: Contabilidade Ambiental; Emergia; Calcário Agrícola.

1 INTRODUÇÃO

O calcário é um dos principais insumos utilizados na produção agrícola, aplicado normalmente entre as safras, com a finalidade de corrigir o pH do solo e como suplemento de cálcio e magnésio para as plantas. O ciclo resumido do processamento e uso do calcário (Figura 1) se inicia pela mineração da rocha com alta concentração de Ca^{+} e Mg, trituração até se transformar em pó, condição necessária para aplicação nas lavouras, onde é distribuído de forma homogênea na superfície do solo conforme recomendação da análise química do solo.

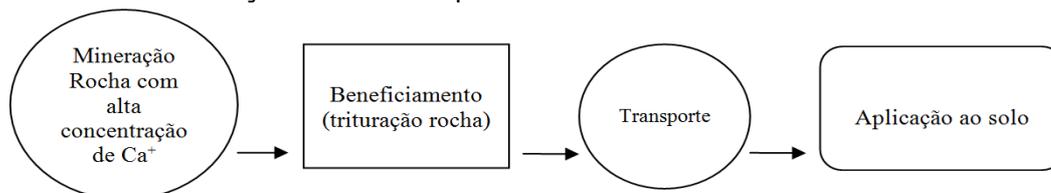


Figura 1 – ciclo resumido do calcário agrícola.

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

São Paulo - Brazil - May 22nd to 24th - 2013

Toda a atividade (trabalho) necessita de uma quantia equivalente de energia para sua realização. Odum (1996) desenvolveu uma metodologia de contabilidade ambiental que incorpora todos os fluxos de energia existentes em um determinado sistema, sejam estes provenientes da economia ou do meio ambiente. Para integrar fluxos de energia distintos

O autor os equalizou em uma métrica comum, a 'Emergia', que é dada em 'sej' (solar energy joule). A metodologia possibilita a comparação entre sistemas e contribui para otimização do uso da energia e dos fluxos energéticos.

A Contabilidade Ambiental em Emergia é uma metodologia recente e carece de artigos que possam divulgá-la, principalmente na área agrícola para o Brasil, pois atualmente nos deparamos com a falta de pesquisas e estudos das realidades nacionais. Os trabalhos do setor agrícola têm utilizado apenas a transformidade dos minérios e minerais *in natura*, mensuradas por Odum (1996; 2000).

Neste sentido, para se promover a contabilidade em emergia da produção agrícola é importante considerar a transformidade do processamento do calcário, uma vez estando presente no ciclo produtivo. Estudos de base para recursos e serviços das realidades nacionais são primordiais para o aperfeiçoamento e utilização da metodologia.

Neste trabalho objetivou-se por meio da contabilidade ambiental em emergia determinar a transformidade do processamento do calcário de rocha para uso agrícola, além de utilizar indicadores em emergia, e tecer considerações sobre o sistema operacional estudado.

2 ESTADO DA ARTE

O excesso de acidez dos solos brasileiros é um dos principais obstáculos para aumentar os rendimentos e a produtividade dos solos. A técnica de correção de solo denomina-se calagem e é estudada por órgãos de pesquisa agrícola no Brasil e no mundo há décadas. Segundo Pereira (2007), é possível até mesmo dobrar a produtividade de determinada área, em poucos anos, com a utilização da técnica de calagem, que pode ser considerada muito simples, barata e acessível.

O calcário agrícola nada mais é do que aquela parte da produção do calcário dedicada à aplicação como corretivo do solo. Como todo calcário, o principal constituinte mineralógico do calcário agrícola é a calcita (carbonato de cálcio - CaCO_3), podendo conter em menores quantidades, carbonato de magnésio, sílica, argila e outros minerais. A dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) pode representar parcela significativa das rochas carbonáticas utilizadas para fins agrícolas.

A maior parte da calagem para fins agrícolas no Brasil fundamenta-se na aplicação direta do produto no solo, na forma de pó. O cálcio, ao reagir com hidrogênio em excesso, diminui a concentração dos íons de hidrogênio, elevando o pH do solo. As correções buscam equilibrar o pH entre 5,8 a 6,5 faixa considerada ótima para o cultivo de muitas plantas.

O calcário agrícola é um dos principais subprodutos da rocha calcária processada no Brasil, sendo que sua utilização representa mais de 21% do total produzido. O restante é utilizado significativamente na indústria da construção, material para agregados, cimento e até rochas ornamentais (MME, 2009).

Os atributos de qualidade dos calcários são medidos por: teor e natureza química dos constituintes neutralizantes; teores de cálcio e magnésio; granulometria; reatividade; e efeito residual. A qualidade do produto é determinada com base no PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total), usa-se menos calcário quanto maior for o PRNT para correção da acidez do solo (DNPM, 2009).

Segundo o AMB 2006, as reservas lavráveis de calcário no Brasil chegam a 43,7 milhões de toneladas, e as maiores reservas lavráveis se encontram em Minas Gerais, com 22,5% do total; Mato Grosso do Sul, com 17,2%; e Paraná, com 10,7%. Juntos, esses estados detêm aproximadamente 50% das reservas nacionais, o restante encontra-se distribuído em menores porcentagens pelos outros estados brasileiros (MME, 2009).

Nas usinas de beneficiamento os equipamentos, principalmente os moinhos, são movidos por motores elétricos. A demanda por energia aumenta, partindo das áreas de mineração, seguindo em direção ao beneficiamento. Assim, enquanto operações de desmonte de rocha com explosivos consomem cerca de 0,1 kWh/t, em britadores o índice eleva-se para magnitudes de 1 kWh/t, atingindo valores da ordem de 10 kWh/t em circuitos de moagem, e até 100 kWh/t em etapas de pulverização, moagem fina, ou micronização (Delboni Jr.2008)

Na mineração e no beneficiamento do calcário agrícola não há significativo uso direto de água no processo, portanto a demanda sobre os recursos hídricos é pequena, mas a preocupação se dá especialmente em relação à possível degradação desses recursos na região da área de lavra, por conta da grande movimentação de minério e estéril. Esse risco é relativo a possíveis efeitos sobre a qualidade da água dos recursos hídricos, devido ao assoreamento ou à suspensão de sólidos (MME, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O empreendimento avaliado localiza-se no município de Arcos – MG, e trata-se de uma indústria que atua no ramo de beneficiamento de rochas calcárias para produção de calcário agrícola, brita e pedregulhos.

A empresa processa em média 2500 toneladas de pedra bruta por dia, sendo que do total 1625 toneladas referem-se a calcário agrícola, 437,5 a brita e 437,5 a pedregulhos. Para o desenvolvimento de suas atividades, são necessários 115 funcionários que revezam os turnos de atividades durante as vinte e quatro horas do dia.

O município de Arcos está localizado na região sudoeste do estado de Minas Gerais, às margens da rodovia BR-354. Possui uma população média de 36.597 hab. e uma área de 510 km². Sua vegetação características é composta por fragmentos de Cerrado e Mata Atlântica (IBGE, 2011).

O presente estudo utiliza como ferramenta a contabilidade ambiental em Emergia (memória energética) com base nos conceitos apresentados por Odum (1996). O valor da emergia total de um sistema produtivo, incorpora todos os recursos e serviços utilizados para obtenção de um produto, processo ou serviço, sejam estes recursos provenientes do meio ambiente ou da economia.

Para a execução da contabilidade ambiental em emergia são construídos diagramas para identificar os principais fluxos de materiais e energia que constituem o sistema. Esta metodologia utiliza uma álgebra própria com a qual é possível calcular indicadores a partir das relações entre as fontes de recursos que compõem o sistema estudado. As relações identificadas no diagrama de energia são construídas com os símbolos próprios.

A unidade da emergia é o joule de emergia solar (sej – ‘solar emergy joules’), que permite contabilizar os fluxos provenientes do meio ambiente e da economia com uma base comum. A transformidade (sej/J) define a quantidade de emergia (sej) necessária para a obtenção de um joule de um produto, processo ou serviço, seja ele natural ou antropogênico. Uma vez determinada a transformidade de um produto, torna-se possível calcular a energia solar direta e indireta necessária para sua obtenção. A contabilidade considera tanto os recursos utilizados para a implantação dos processos como aqueles empregados durante sua operação.

As transformidades e as emergias por massa utilizadas neste trabalho foram retiradas da literatura (Tabela1).

Tabela 1. Transformidades e emergias por unidade usada neste estudo.

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

São Paulo – Brazil – May 22nd to 24th - 2013

Item	Energia por unidade	Unidade	Referências
Sol	1,00	sej/J	Por definição
Água processo (poço)	1,76E+5	sej/J	Odum, 2000
Chuva geopotencial	1,05E+04	sej/J	Odum, 2000, Folio 1
Perdas de solo (erosão)	7,40E+04	sej/J	Brown, 2001, folio 3
Combustível, J (diesel)	5,50E+04	sej/J	Bastianoni et al, 2001
Eletricidade, J	2,77E+05	sej/J	Odum, 1996, pg305,
Calcário (rocha)	9,50E+09	sej/g	Odum, 2000, Folio 2
Máquinas / equipamentos	6,70E+09	sej/g	Brown, 2001, Folio 3
Mão de obra (trabalho)	4,40E+06	sej/J	Romitelli, 2000, 53-69
Madeira	8,79E+11	sej/kg	Santos, 2010
Uso do solo	2,21E+4	sej/J	Romitelli, 2000
Aço	2,77E+9	sej/g	Haukoos, 2002
Blocos cimento	1,35E+9	sej/g	Haukoos, 1998
Telha de barro	3,06E+9	sej/g	Buranakarn, 1998

Utilizamos no estudo os indicadores, Rendimento em Energia (EYR); Investimento em Energia (EIR); Índice de Carga Ambiental (ELR), desenvolvidos por Odum (1996).

Foi também calculado o Índice de Sustentabilidade (ESI) proposto por Ulgiati & Brown (1998). Além destes calculou-se o Percentual de Recursos Renováveis (%R) utilizado também para considerações sobre a sustentabilidade do sistema.

No presente estudo, a tabela de cálculos, que integra os dados de quantidades de insumos e recursos, com suas respectivas transformidades e índices de desempenho derivados, foi organizada com base nos procedimentos propostos em Rodrigues et al. (2002).

Giannetti et al (2006) e Almeida et al (2007) desenvolveram um diagrama em energia ternário o qual associa as variáveis, recursos renováveis(R), recursos provenientes da economia (F) e recursos não renováveis (N), com as vértices de um triângulo equilátero. Um ponto no interior do triângulo representa as combinações entre as variáveis, sendo que sua posição varia de acordo com a percentagem de cada recurso, buscando sempre a proximidade daquele com maior representatividade.

A ferramenta permite a apresentação de linhas constantes de sustentabilidade conforme apresentado na. As linhas de sustentabilidade partem do vértice **N** e cruzam o lado oposto ao vértice, permitindo assim dividir o diagrama em áreas específicas de sustentabilidade facilitando na comparação de processos (Giannetti; 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo iniciou-se com a construção do diagrama de energia (Figura 2), possibilitando uma visão integrada do sistema estudado. Com o diagrama de energia é possível identificar os fluxos de materiais e componentes do sistema juntamente com as interações entre eles.

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.

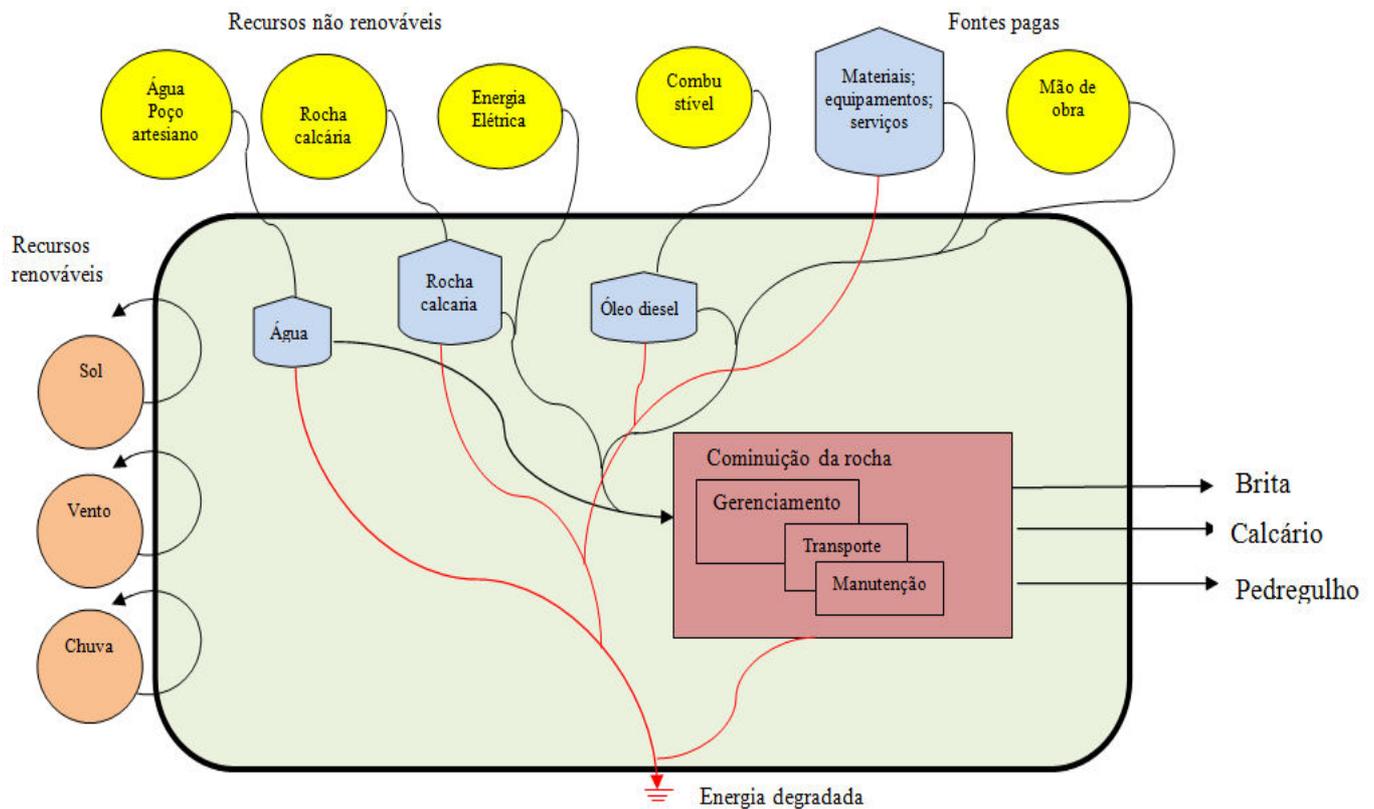


Fig. 2. Diagrama de energia do sistema de processamento de rocha calcária

A Tabela 2 permite a observação dos fluxos de energia e suas respectivas quantias, do sistema de produção de calcário agrícola. A tabela é dividida em duas fases: a primeira refere-se à implantação do sistema, onde são contabilizados os recursos utilizados para o preparo da infraestrutura, e a segunda refere-se à operação do sistema, onde são contabilizados os recursos utilizados no decorrer do funcionamento do sistema.

Tabela 2. Avaliação da energia do sistema de produção de calcário agrícola (*)

Nota	Descrição	Unidade	Classe	Valor (un/ano)	Energia por unidade (sej/un)	Fator de correção**	Energia /((sej/ano)	% (sej/sej)
Fase de Implantação								
1	Solo ocupado	J/ano	N	1,53E+13	2,21E+4	1	3,38E+17	<1
2	Concreto armado	g/ano	F	1,91E+8	1,54E+9	1	2,94E+17	<1
3	Maquinas e equipamentos	g/ano	F	1,42E+7	6,70E+9	1	9,51E+16	<1
4	Blocos	g/ano	F	2,07E+7	1,35E+9	1,68	4,69E+16	<1
5	telha / estrutura (aço)	g/ano	F	4,00E+6	2,77E+9	1	1,11E+16	<1
6	telha cerâmica (barro)	g/ano	F	1,25E+6	3,06E+9	1,68	6,43E+15	<1
7	Mão-de-obra	j/ano	F	3,37E+8	4,30E+6	1	1,45E+15	<1
8	Madeira estrutura (telhado)	kg/ano	F	8,72E+2	8,79E+11	1	7,66E+14	<1
Fase de Operação								
9	Chuva	J/ano	R	1,54E+12	1,05E+04	1,68	1,61E+16	<1
10	Sol*	j/ano	R	6,36E+13	1	1	6,36E+13	<1

11	Calcário (rocha)	g/ano	N	9,13E+11	9,50E+9	1	8,67E+21	99,88
12	Água poço	j/ano	N	4.5E+10	1,76E+5	1	7,92E+15	<1
13	Energia Elétrica	J/ano	F	3,27E+13	2,77E+5	1,68	1,52E+19	<1
14	Mão-de-obra	J/ano	F	3,83E+11	4,30E+6	1	1,65E+18	<1
15	Combustível (Diesel)	J/ano	F	1,00E+13	5,50E+04	1	5,51E+17	<1
Energia Total							8,70E+21	100,0

(*) não foi contabilizado para evitar dupla contagem

(**) Corrigido de acordo com baseline 1,583E+25 (Odum e Brown, 2000 e Odum, 2000)

A energia total do sistema de produção de calcário (Tabela 2) é de 8,70E+21 sej/ano, deste aproximadamente 99,88% sej/sej provêm da rocha calcária classificada como recursos não renovável (N). Os 0,12% sej/sej restantes são de recursos renováveis (R) e de fontes pagas (F). Esta característica para os modelos de representação gráfica camuflam os demais valores dificultando a percepção dos analistas.

Por este motivo o Gráfico 1, apresenta a relação proporcional em sej/sej dos fluxos de energia do sistema excluindo a rocha calcária.

Proporção Emergética

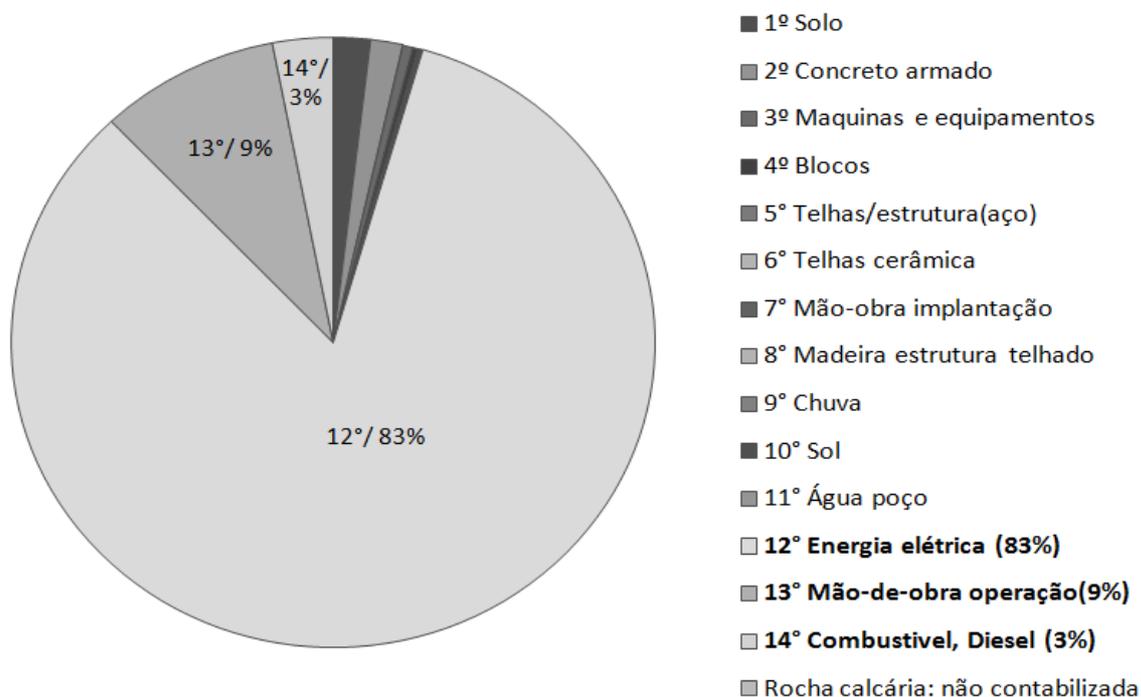


Gráfico 1- Proporção emergética do sistema, excluído o fluxo da rocha calcária.

No Gráfico 1 o maior fluxo de energia é a eletricidade, com 83%. Este valor decorre dos moinhos de cominuição de rocha calcária, pois são movidos por motores elétricos. Em segundo, com 9%, temos a mão-de-obra utilizada na operação do empreendimento. Tal valor é positivo, pois o sistema emprega grande número de trabalhadores, contribuindo para distribuição de renda na região.

Em terceiro com 3% temos o consumo de óleo diesel que pode facilmente ser substituído por fonte renovável como biodiesel, contribuindo para sustentabilidade do empreendimento.

Transformidade do Calcário Agrícola como co-produto

Para calcular a transformidade de um produto divide-se a energia do sistema pela quantidade em joules do produto (Odum, 1996).

Como visto no diagrama de energia (Figura 2), temos além do calcário agrícola, outros dois produtos, brita e pedregulho. Considerando o calcário agrícola como um co-produto do sistema, utilizou-se a sua proporção em relação aos demais produtos, para extrair a energia correspondente somente ao calcário, em relação ao fluxo emergético total.

No sistema o calcário agrícola corresponde a 593.125,00 toneladas por ano, ou 65% da produção total anual. Assim do total de $8,70E+21$ sej/ano o calcário agrícola é responsável por $5,65E+21$ sej/ano da energia do sistema, resultando em uma energia específica de $9,55E+9$ sej/g e uma transformidade de $2,81E+6$ sej/J. A transformidade encontrada é aproximadamente 2% maior que a transformidade de $2,76E+6$ sej/J da Rocha Calcária, conforme calculada por Odum (1996; 2000).

Transformidade do Calcário Agrícola como Split

Considerando a cominuição da Rocha Calcária como um sistema do tipo Split, leva-se em conta a energia total do sistema $8,70E+21$ sej/ano pela quantia produzida do elemento de interesse. Desta maneira o Calcário Agrícola sofre um aumento na transformidade de aproximadamente 55% em relação a Rocha Calcária, auferindo o valor de $4,30E+6$ sej/J.

Nas últimas décadas a construção civil é um ramo que vem crescendo significativamente, via de regra, observamos as indústrias de produção de Calcário Agrícola destinarem parte da Rocha Calcária para este fim na forma de brita e pedregulho. Porém a porcentagem de Calcário Agrícola em relação aos demais produtos não é uma regra ou imposição tecnológica. Tal porcentagem tende a variar de acordo com o preço de mercado do Calcário Agrícola em relação à Brita e Pedregulho.

Indicadores

A classificação dos recursos em N, F e R da Tabela 3 possibilitou calcular os indicadores em energia (Tabela 3), representando de forma dinâmica as interações do sistema com o ambiente em que está inserido.

Tabela 3 - Resultados dos indicadores da síntese em energia.

Indicador	Calcário Agrícola
EYR	487,45
EIR	$2,0E-3$
ELR	$5,4E+5$
ESI	$2,5E-3$
%R	$5,4E-4$

O índice de 487,45 alcançado pelo rendimento em energia (EYR) demonstra que o sistema de processamento de rocha calcária utiliza uma proporção maior de recursos locais renováveis e não renováveis (R+N) em relação ao investimento econômico (tabela 3). Tal característica decorre da

facilidade de extração da rocha calcária em comparação, por exemplo, ao petróleo que apresenta elevada demanda de recursos pagos para sua extração.

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 $2,0E-3$ resultante do grande fluxo de energia provindo da rocha calcária, recurso não renovável e não pago (tabela 3). Quanto maior o índice de carga ambiental (ELR), maior a pressão causada ao ambiente, o índice de $5,4E+5$ é consequente ao pouco uso que o empreendimento faz de recursos renováveis em relação às fontes pagas e não renováveis (tabela 3).

O índice de sustentabilidade (ESI) apresentou o valor de $2,5E-3$, sendo que, quanto maior o índice mais sustentável é o sistema (tabela 3). Segundo Ulgiati e Brown (1998) valores abaixo de 1 indicam que o sistema é sustentável somente por um curto período, valores entre 1 e 5 são sustentáveis a médio prazo e valores acima de 5 indicam que o sistema é sustentável a longo prazo. Tal resultado se confirma quando comparado ao percentual de recursos renováveis (%R) de $5,2E-4$, resultante do pouco uso de fontes renováveis (tabela 3).

Exceto o EYR os indicadores apresentam baixo desempenho evidenciando alta sobrecarga sobre o ambiente, por outro lado, se tratando do setor industrial e principalmente pela grande quantidade de rocha calcária processada é natural encontramos tais resultados.

Diagrama ternário

No diagrama ternário (Figura 3) o sistema de processamento de rocha calcária ocupa região adjacente aos recursos não renováveis.

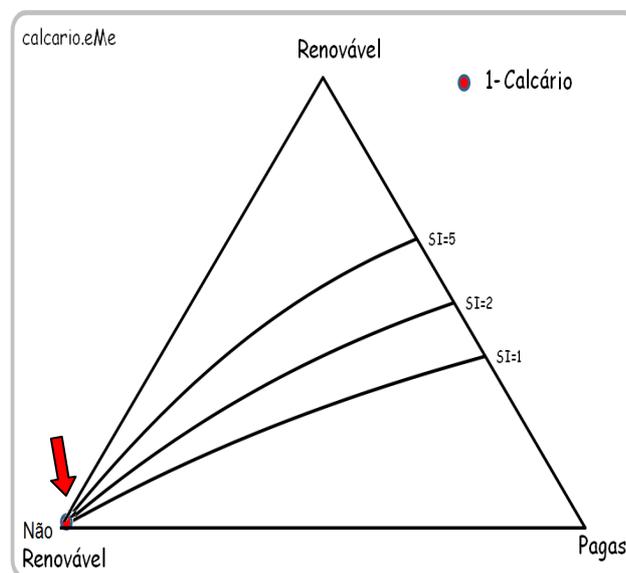


Figura 3- Diagrama ternário do sistema estudado.

A região indica que o empreendimento é sustentável em curto prazo com mínimas chances de alteração, pois o resultado obtido procede do fluxo energético da rocha calcária, elemento base do sistema e recurso considerado não renovável.

5 CONCLUSÃO

A rocha calcária, recurso não renovável, é o maior fluxo de energia do sistema destacando-se significativamente dos outros fluxos energéticos. Tal característica faz com que empreendimento seja sustentável em curto prazo, ou seja, “até que a lavra se esgote”. Exceto o Rendimento em Emergia (EYR) os indicadores apresentam baixo desempenho, evidenciando alta sobrecarga sobre o ambiente. Por outro lado, se tratando do setor industrial e principalmente pela grande quantidade de rocha calcária processada, é natural encontramos tais resultados. A emergia total do sistema é de $8,70E+21$ sej/ano, resultando na transformidade de $2,81E+6$ sej/J como co-produto, valor próximo ao determinado por Odum ($2,76E+6$ sej/J) para a Rocha Calcária e de $4,30E+6$ sej/J como ‘Split’.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sistema estudado parte da rocha calcária é destinada a produção de britas e pedregulhos (construção civil), sendo um caminho questionável diante as características nobres do recurso.

O calcário agrícola é um elemento indispensável para a produção do setor agrícola. Calcular sua real transformidade, após o processamento da rocha calcária, com o uso da contabilidade ambiental em emergia é fundamental para subsidiar as análises em emergia do setor produtivo agrícola.

Com base nos resultados apresentados neste trabalho, recomenda-se que sejam realizadas outras contabilidades no setor da mineração, com o intuito de obtermos mais dados que possam nos levar a conclusões sobre o comportamento do setor.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, C.M.V.B., Barrella, F.A., Giannetti, B.F., 2007. Emergetic ternary diagrams: five examples for application in environmental accounting for decision-making. *Journal of Cleaner Production*. 15, 63-74.

Anuário Mineral Brasileiro, 2006.

http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/I_2006.pdf acessado em Setembro/2011.

Bastianoni S., Marchettini N.; Panzieri M.; Tiezzi E., 2001. Sustainability assessment of a farm in the Chianti area (Italy). *Journal Cleaner Production*. 9, 365-373.

Brown, M. T; Bardi, E E., , 2001. Folio #3: Emergy of ecosystems. *Handbook of Emergy Evaluation: A compendium of data for emergy computation issued in a series of folios*. Gainesville, Fl.: Center for Environmental Policy, University of Florida. 93 p.

Brown, M.T.; Buranakarn, V., 2003. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles options. *Resources Conservation and Recycling*. 38, 1-22.

Brown, M. T.; McClanahan, T.R., 1996. Emergy analysis perspectives of Thailand and Mekong River dam proposals. *Ecological Modeling*. 91, 105-130.

Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009a. Sumário Mineral 2008. Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral, Ministério de Minas e Energia.

<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/calcarioagricola.pdf> acessado em Agosto/2011.

Giannetti, B. F.; Barrella, F. A.; Almeida, C. M. V. B., 2006. A combined tool for environmental scientists and decision makers: ternary diagrams and emergy accounting. *Journal of cleaner production*. 14, 201-210.

Haukoos, D. S., 2002. Sustainable Architecture and Its Relationship to Industrialized Building. Master Thesis, university of Florida. pp. 172.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br> acessado em Agosto/2011.

Ministério de Minas e Energia. Produto RT 55, Perfil do calcário agrícola http://www.mme.gov.br/portalmme/opencms/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P29_RT55_Perfil_do_Calcario_Agricola.pdf acessado em Agosto/2011.

Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). Prévia da Indústria Mineral 2008 http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Sinopse/Sinopse_Mineral_e_Transformacao_Mineral_2008-2008.pdf acessado em Agosto/2011.

Odum, H.T., 1996. Environmental accounting: energy and environmental decision making. New York: John Wiley & Sons. pp. 305.

Odum, H.T., 2000. Energy evaluation of an OTEC electrical power system. Energy. 25, 3989-3993.

Odum, H. T., M. T. Brown, 2000. Folio #1: Introduction and global budget. Handbook of Energy Evaluation: A compendium of data for energy computation issued in a series of folios. Gainesville, FL.: Center for Environmental Policy, University of Florida. pp 16.

Odum, H. T., 2000. Folio #2: Energy of global processes. Handbook of Energy Evaluation: A compendium of data for energy computation issued in a series of folios. Gainesville, FL.: Center for Environmental Policy, University of Florida. pp. 30.

Pereira, C. D. E. M. 2007 Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. Política de Uso de Calcário Agrícola e a Sustentabilidade da Agricultura no Brasil <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000419726> acessado em Agosto/2011.

Rodrigues, G. S.; Brown, M. T.; Odum, H. T. 2002 SAMEFrame – Sustainability Assessment Methodology Framework. In: 3rd Biennial International Workshop Advances in Energy Studies: Reconsidering the Importance of Energy, Porto Venere, 3. Servizi Grafici Editoriali, Padova, Italy. pp. 605-612.

Romitelli, M. S. 2000 Energy analysis of the new Bolivia-Brazil gas pipeline. In: M. T. Brown (Eds.). Energy Synthesis: Theory and Applications of the Energy Methodology. Gainesville, FL.: The Center for Environmental Policy, University of Florida. Energy analysis of the new Bolivia-Brazil gas pipeline, pp.53-69.

Ulgiati, S; Brown, M.T., 1998. Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystems. Ecological Modeling. 108