

Síntese em emergia da compensação ambiental do aterro sanitário Sítio São João: um estudo comparativo

Geslaine Frimaio, Estudante de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista (UNIP),
gfrimaio@gmail.com

,Cecilia M. Villas Bôas de Almeida, Prof^ª. Dr^ª do Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção da
Universidade Paulista (UNIP), cmvbag@unip.br

Biagio F. Giannetti, Prof^º. Dr^º. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção da
Universidade Paulista (UNIP), biafgian@unip.br

Sílvia H. Bonilla, Prof^ª. Dr^ª do Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção da Universidade Paulista
(UNIP), bonilla@unip.br

Carlos Cezar da Silva, Prof^º. Dr^º. em Energia do IFSULDEMINAS, carlos.silva@ifs.ifsuldeminas.edu.br

RESUMO

Este estudo de caso utiliza a síntese em eMergia (grafado com M) para avaliar um sistema de compensação ambiental, implantado pelo aterro sanitário Sítio São João, na cidade de São Paulo, em atendimento ao artigo 36 da Lei Federal nº 9985/00, regulamentada pelo Decreto Federal nº 4340/02, em que o empreendedor firma termo de Compromisso de Compensação Ambiental correspondente a 0,5% do valor do empreendimento, nas unidades de conservação indicadas pela Câmara de Compensação Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente (SMA). Os resultados deste estudo indicam que o sistema da compensação ambiental possui emergia total de $4,39 \times 10^{16}$ sej. A produção de mudas de espécies nativas da floresta atlântica do planalto paulistano realizado no Projeto de Compensação Ambiental foi comparada à produção intensiva de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) na região de Itatinga, no Estado de São Paulo. Este estudo possibilitou calcular a transformidade da alface ($3,07 \times 10^5$ sej/J) e da couve manteiga ($1,10 \times 10^4$ sej/J), produzidas na horta do projeto, como também a transformidade das mudas de árvores pioneiras e não pioneiras do planalto paulistano. Para produzir cada joule de energia de uma muda de árvore nativa, são necessários $7,13 \times 10^{11}$ joules de emergia solar.

Palavras-Chave: emergia, compensação ambiental, produção, sustentabilidade.

Emergy synthesis of environmental compensation from Sítio São João landfill: A comparative study

ABSTRACT

This study of case uses the synthesis in eMergy (written with M) to evaluate a system of environmental compensation implanted by Sítio São João landfill in São Paulo as an answer to the Federal Law number 9985/00, ruled by the Federal Decree number 4340/02 – in which the enterpriser assumes an Environmental Compensation Commitment equivalent to 0,5% of the enterprise's value, in the conservation unities ruled by the Environmental Compensation Council of Environment Department (SMA). The results contained in this study indicate that the environmental compensation system has $4,39 \times 10^{16}$ sej. of total emergy. The production seedings from native species' from the Atlantic Forest in Planalto Paulistano that occurred on the Environmental Compensation Project was compared to the intensive production of eucalyptus (*Eucalyptus sp.*) in Itatinga –São Paulo. This study made it possible to calculate the lettuce's

($3,07 \times 10^5$ sej/J) and the cabbage's ($1,10 \times 10^4$ sej/J) transformities, grown in the project's garden. The transformity of the pioneer and non-pioneer trees' seedlings was also calculated. To produce each joule of energy from a native tree seeding $7,13 \times 10^{11}$ joules of solar energy are needed.

Keywords: energy, environmental compensation, production, sustainability.

INTRODUÇÃO

O aterro sanitário Sítio São João, administrado sob regime de concessão pela Ecourbis Ambiental S/A, está localizado na estrada do Sapopemba, km 33, zona leste da cidade de São Paulo.

A área em que se localiza este aterro caracterizava-se por um local coberto pelo bioma Mata Atlântica, sendo que para sua instalação foi necessária a retirada da vegetação nativa, alterando a paisagem local.

Em abril de 2009, o aterro sanitário São João implantou em uma área de 800 m², situada em suas adjacências, um projeto de compensação ambiental em atendimento ao artigo 36 da Lei Federal nº 9985/00, regulamentada pelo Decreto Federal nº 4340/02, em que o empreendedor firma termo de Compromisso de Compensação Ambiental correspondente a 0,5% do valor do empreendimento, nas unidades de conservação indicadas pela Câmara de Compensação Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente (Kaimoto, 2007).

O projeto de compensação ambiental tem como um dos objetivos a produção anual de 50.000 a 80.000 mudas de espécies nativas da floresta atlântica do planalto paulistano. Este projeto, denominado EcoÍris, utiliza insumos provenientes de um sistema de compostagem e de produção húmus (minhocultura) no próprio local, que são alimentados por resíduos provenientes de feiras livres, para a produção das mudas do viveiro.

O projeto possui ainda um projeto educativo denominado Ver de Perto, cuja finalidade é oferecer às escolas e comunidades da região informação sobre as diferentes etapas da produção de mudas florestais e sensibilizar seus visitantes sobre a importância da conservação e recuperação ambiental.

A área de compensação ambiental abriga também o projeto da ONG Cidade sem Fome, que compreende uma horta comunitária, cuja produção de hortaliças é distribuída aos funcionários do aterro sanitário, de acordo com Ecourbis Ambiental S/A (2010).

Conforme acordo estabelecido com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, o projeto de compensação ambiental do Sítio São João realiza a recuperação da cobertura vegetal de dois aterros desativados da capital paulista: o aterro Sanitário Santo Amaro - desativado em 1995, que possui área de 34,68 ha designada como futuro parque pelo Plano Diretor do Município de São Paulo – e do aterro sanitário São Mateus, cujo projeto de recuperação foi desenvolvido pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF), do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ – USP).

O projeto de compensação ambiental está ainda ligado ao “Projeto da Barreira Vegetal do Trecho Sul do Aterro Sanitário Sítio São João” que abrange duas categorias de plantio: plantios paisagísticos e de recuperação florestal (Ecourbis, 2010).

Vários estudos utilizam a síntese em energia para avaliar sistemas de disposição final de resíduos, no entanto a literatura não contempla avaliação de aterros sanitários ligados a projetos de compensação ambiental. Marchettini et al (2006), relata que as diferentes práticas de gestão de resíduos é uma questão de maior importância em virtude da atividade humana ter sobrecarregado a capacidade de assimilação da biosfera, onde a gestão correta dos resíduos deve ser baseada

nos princípios do desenvolvimento sustentável. Estes autores utilizam a síntese em energia para avaliar três diferentes formas de tratamento de, no que diz respeito à sustentabilidade e eficiência.

A síntese em energia tem sido amplamente utilizada para avaliar sistemas agrícolas, a exemplo da Análise emergética da produção de soja no Mato Grosso (Cavalett & Ortega, 2007) e da Avaliação da Sustentabilidade de Laranja para LSCC (Suco de laranja Concentrado Congelado), desenvolvida por Pereira et al (2008).

Ogura (2008) avalia a sustentabilidade de uma fazenda produtora de café no município de Coromandel, Estado de Minas Gerais, num período de dez anos. A fazenda atende a legislação brasileira vigente, mantendo oitenta hectares de terra nativa que ultrapassam os 20% previstos em lei. Dentre as conclusões, o autor ressalta que, para atingir a sustentabilidade mínima, a área de vegetação da fazenda deveria ocupar pelo menos duzentos hectares.

Um sistema de produção de eucaliptos é avaliado pela síntese em energia por Romanelli (2007), estabelecendo os fluxos de recursos e identificando os principais fatores da produção. O autor conclui que para elevar a sustentabilidade deste tipo de plantio é necessário promover a eficiência da colheita e reduzir o uso dos insumos proporcionalmente à produtividade. A produção de mudas foi também avaliada.

Os objetivos deste estudo é realizar uma avaliação em energia do Projeto de Compensação Ambiental EcoÍris, que inclui a produção de hortaliças e de mudas de espécies nativas da floresta atlântica do planalto paulistano e efetuar a comparação com uma produção comercial de mudas de eucalipto na região de Itatinga, no Estado de São Paulo efetuado por Romanelli (2007).

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste estudo é a síntese em energia, desenvolvida por Odum (1996), capaz de avaliar a utilização de recursos naturais ou antropogênicos por um determinado sistema.

Para o levantamento de todos os dados da fase de implantação e operação do Projeto de Compensação Ambiental EcoÍris, foram realizadas visitas *in loco* que permitiram quantificar materiais, equipamentos e mão-de-obra para implantação e operação do sistema. A contabilidade dos serviços do ambiente, como ocupação de solo, calor geotérmico, insolação e evapotranspiração, foi efetuada por meio de pesquisa em órgãos específicos e na literatura.

Para melhor entendimento do sistema, a metodologia utiliza os diagramas de energia que possui uma simbologia própria (Figura 1). Os fluxos de entrada dos sistemas estudados são classificados em três categorias: recursos renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F).

Para o tratamento dos dados foram utilizadas conversões e/ou transformações, que permitiram estimar individualmente todos os fluxos de energia que o sistema utiliza. Alguns insumos foram contabilizados levando-se em consideração sua massa, a exemplo de maquinários e materiais de construção. No caso das sementes, foi utilizada a razão energia/dólar do Brasil, que compreende $1,20 \times 10^{13}$ (Romanelli, 2007).

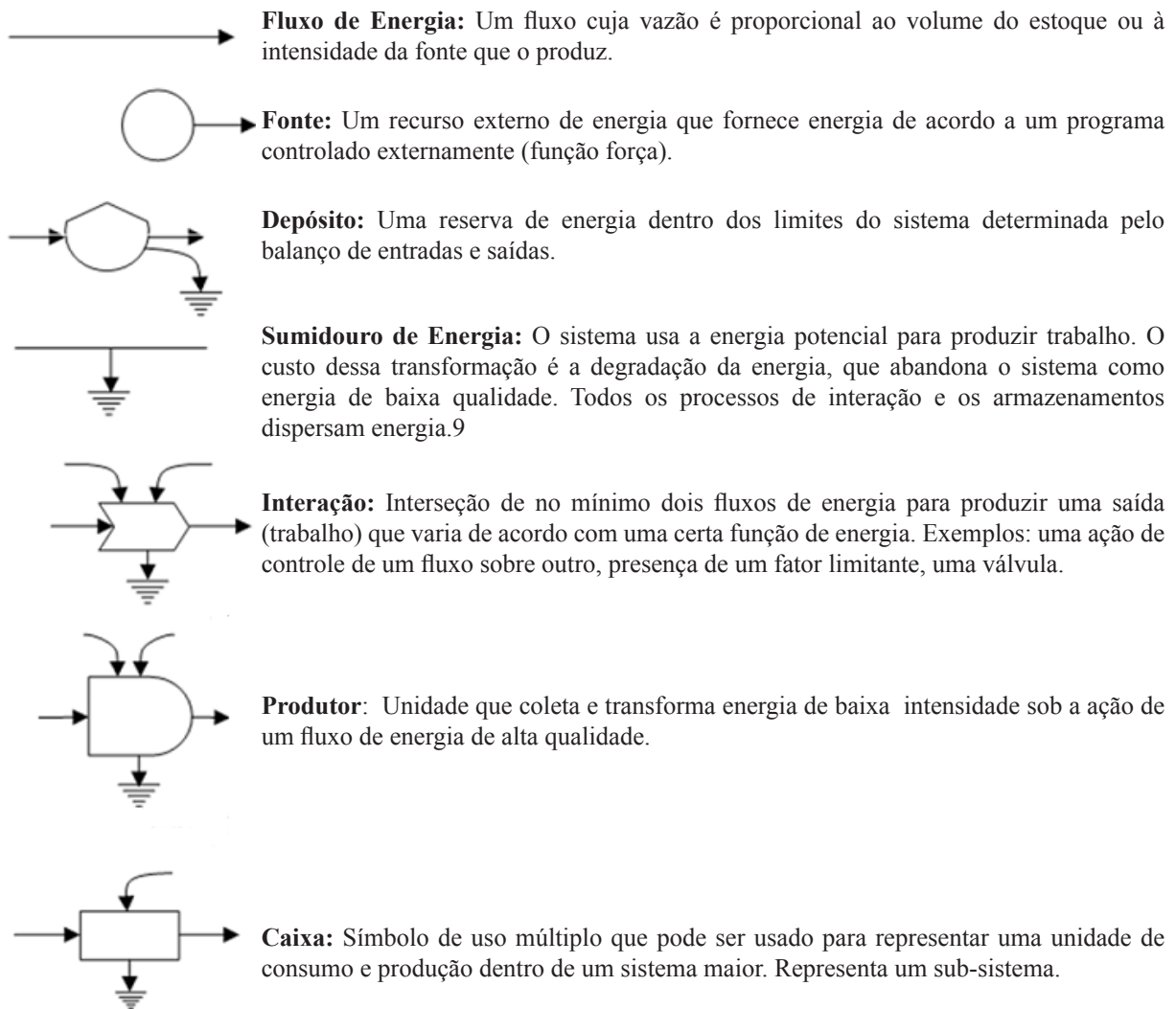


Figura 1. Símbolos utilizados no diagrama de energia (Odum, 1996).

A fase posterior compreendeu encontrar com base na literatura, o valor da transformidade ou da emergia por unidade de cada insumo. A transformidade permite mensurar a quantidade de joules de energia necessários para produzir um joule de determinado produto ou serviço (sej/J). A multiplicação das quantidades de cada insumo por sua respectiva transformidade permite colocar os fluxos de energia do sistema em uma métrica comum, o joule de emergia solar (sej).

Odum (1996), em sua metodologia desenvolveu o índice de rendimento em

emergia (EYR, *emergy yield ratio*), o índice de investimento em emergia (EIR, *emergy investment ratio*) e o índice de carga ambiental (ELR, *environmental loading ratio*), que são capazes de fornecer informações relevantes dos sistemas estudados, considerando a capacidade de carga do ambiente. Por meio dos fluxos de entrada do sistema, avaliam-se os indicadores da síntese em emergia do sistema em estudo, enfatizando a interação entre os sistemas e o ambiente no qual está inserido (Tabela 1).

Tabela 1. Apresentação e descrição dos indicadores da síntese em emergia.

Descrição	Indicador	Equação
Rendimento em emergia (<i>emergy yield ratio</i>): É a relação entre a emergia total (Y) e a emergia dos insumos (F), ou seja, é a emergia do sistema dividido pela entrada dos fluxos de emergia provenientes da economia. É um indicador que fornece a emergia líquida do sistema, demonstrando a capacidade do processo para explorar os recursos locais provenientes da natureza, podendo estes serem renováveis ou não. O valor mínimo é a unidade	EYR	Y/F ou $(R + N + F)/F$
Índice de carga ambiental (<i>environmental loading ratio</i>): É definido como a relação entre emergia de entrada dos recursos locais não renováveis e de recursos provenientes da economia pela emergia do recurso local renovável.	ELR	$(N+F)/R$
Investimento em emergia avalia se o processo usa adequadamente os recursos locais. Um índice baixo indica que o ambiente provê mais recursos para o processo que a economia (materiais e serviços).	EIR	$F/(R+N)$

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O diagrama de energia do sistema da compensação ambiental é mostrado na Figura 2. No diagrama, pode-se observar todos os fluxos de energia que circulam no sistema e a interação das pessoas com projeto de compensação ambiental. Os recursos renováveis que o sistema utiliza estão situados do lado esquerdo do retângulo, que representa os limites do sistema. O calor geotérmico contribui para decomposição da matéria orgânica da compostagem, enquanto a evapotranspiração corresponde à água necessária para o viveiro de mudas e a horta. Os insumos provenientes da economia estão situados na par-

te superior do retângulo e são aplicados nas fases de implantação e operação do sistema de compensação ambiental. A mão-de-obra, a compra de sementes e o material de maternidade da minhocultura são exemplos de alguns desses insumos.

À direita do retângulo encontram-se as saídas do sistema, que correspondem aos produtos produzidos pelo sistema. São considerados produtos da compensação ambiental: as mudas pioneiras e não pioneiras do planalto paulistano, hortaliças produzidas na horta e também a informação que foi agregada às pessoas que tiveram contato com o sistema por meio de visitas ao local ou nas escolas que o projeto de compensação atende.

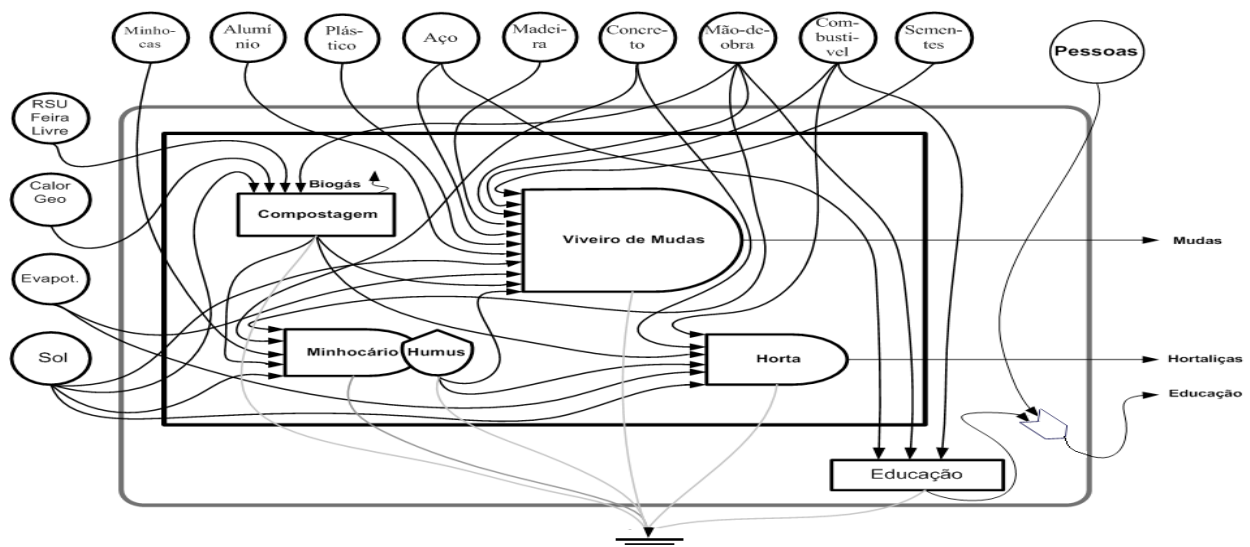


Figura 2. Diagrama de Energia do Projeto de Compensação Ambiental EcoÍris

A Tabela 2 mostra os fluxos de material e de energia que fazem parte do sistema

de compensação ambiental do aterro sanitário Sítio São João.

Tabela 2. Fluxos de material e energia da compensação ambiental.

Nota	Descrição	Un.	Classe	Quant. / (un/ano)	Energia por unidade (sej/un)	Energia/ (sej/ano)	%/ (sej/sej)	Referência
Fase de Implantação								
1	Solo ocupado	J	N	3,14x10 ⁹	2,21x10 ⁴	6,94x10 ¹³	<1	Romitelli, 2000
2	Blocos de concreto *	g	F	6,74x10 ⁵	1,35x10 ⁹	9,10x10 ¹⁴	2,0	Haukoos, 1998
3	Argamassa	g	F	2,19x10 ⁴	3,31x10 ⁹	7,25x10 ¹³	<1	Brown/Buranarkarn, 2003
4	Aço (Máq.)	g	F	1,34x10 ⁴	2,77x10 ⁹	3,71x10 ¹³	<1	Haukoos, 2002
5	Aço (constr.)	g	F	7,24x10 ³	2,16x10 ⁹	1,56x10 ¹³	<1	Haukoos, 2002
6	Sombrite *	g	F	7,50x10 ³	5,87x10 ⁹	7,40x10 ¹³	<1	Odum, 1996
7	Plástico *	g	F	3,06x10 ⁴	5,87x10 ⁹	1,80x10 ¹⁴	1	Odum, 1996
8	Madeira *	g	F	6,68x10 ⁵	2,14x10 ⁹	1,43x10 ¹⁵	3,1	Buranarkarn, 1998
9	Tubetes *	g	F	1,90x10 ⁵	5,75x10 ⁹	1,09x10 ¹⁵	2,4	Buranarkarn, 1998
10	Alumínio *	g	F	2,09x10 ⁴	1,27x10 ¹⁰	2,65x10 ¹⁴	<1	Buranarkarn, 2003
11	Mão-de-Obra	J	F	2,26x10 ⁷	4,30x10 ⁶	9,72x10 ¹³	<1	Silva, 2007
12	Minhocas *	g	F	2,71x10 ⁹	7,40x10 ⁴	3,36x10 ¹⁴	1	Odum, 1996
Fase de Operação								
13	RSU**	g		8,44x10 ⁷	1,33x10 ⁷	1,12x10 ¹⁵	2,5	Araújo, 2005
14	Evapotranspiração	J	R	3,25x10 ⁷	2,59x10 ⁴	8,42x10 ¹¹	<1	Takahashi, 2007
15	Energia Geotérmica	J	R	1,26x10 ⁹	1,49x10 ⁴	1,88x10 ¹³	<1	Ulgiatti/Brown, 2002
16	Insolação**	J	R	1,07x10 ¹⁰	1,00	1,07x10 ¹⁰	<1	Por definição
17	Sementes árvores	US\$	F	1,50x10 ³	1,20x10 ¹³	1,80x10 ¹⁶	39,9	
18	Sementes - horta	US\$	F	9,86x10 ¹	1,20x10 ¹³	1,18x10 ¹⁵	2,6	Sweeney et al, 2006
19	Sacos plásticos *	g	F	1,11x10 ⁶	3,80x10 ⁸	4,22x10 ¹⁴	1	Odum, 1998
20	Mão de obra	J	F	4,51x10 ⁹	4,30x10 ⁶	1,94x10 ¹⁶	43,0	Silva,C.C. 2007
21	Diesel	J	F	1,03x10 ⁸	1,11x10 ⁵	1,14x10 ¹³	<1	Brown/Ulgiati, 2004
22	Gasolina	J	F	2,63x10 ⁶	1,11x10 ⁵	2,92x10 ¹¹	<1	Brand/Williams,2002
Energia Total						4,39x10¹⁶		

* Os valores de energia por unidade foram multiplicados por 1,68

**Não contabilizado para evitar dupla contagem

A energia total da compensação ambiental tem valor de $4,39 \times 10^{16}$ sej/ano. De acordo com a Tabela 2, os insumos que consomem mais energia são os provenientes da economia, com a mão de obra associada à aproximadamente 43% da energia total e as sementes cerca de 40%.

Para o cálculo das transformidades das mudas nativas foi considerado a quantidade do plantio efetuado nos aterros sanitários no período de 2009 a 2010, que compreende a 61.556 mudas (Ecourbis, 2010).

No entanto, para calcular a transformidade das verduras produzidas pela horta do sistema foram necessárias informações de massa por hectare. Segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-DF, 2007) a produção de alfaces de cultivo orgânico compreende 12.500 kg/ha. A produção de couve, segundo a Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônômicas (CPCA, 2010) é estimada em 48750 kg/ha. Observando-se tabela 3 é possível verificar o cálculo das transformidades das hortaliças produzidas pela horta do sistema de compensação ambiental.

Tabela 3. Cálculo das transformidades dos produtos da horta

Item*	Energia do sistema	Área /(ha)	Quantidade (kg/ha)	g/kg	Conteúdo energético (cal/g)	J/cal	Transf. (sej/J)
alface	4,39x10 ¹⁶	0,0078	12.500	1.000	35.000	4,186	3,07x10 ⁵
couve	4,39x10 ¹⁶	0,0078	48.750	1.000	250.000	4,186	1,10x10 ⁴

As transformidades encontradas para as hortaliças, de acordo com Ortega et al (2003), são similares para hortaliças produzidas em um sistema integrado para produção integrada de porcos, aves e hortaliças (7,44 x 10⁵ sej/J).

Romanelli (2007), utiliza a mesma metodologia para avaliar uma produção intensiva de eucalipto (*eucalyptus spp.*) na região de Itatinga, no Estado de São Paulo. A energia por unidade encontrada pelo autor, 1,71 x 10¹¹ sej/muda, é da mesma ordem de grandeza da encontrada para as mudas produzidas pelo Projeto EcoÍris (7,13 x 10¹¹ sej/muda), o que mostra que, apesar de o projeto ter sido concebido para compensar ambientalmente os danos causados pelo aterro, a produção de mudas pode ser considerada comercialmente competitiva.

A Figura 3 mostra que na produção de eucalipto, o material de consumo corresponde a 71,53%, enquanto que no projeto de compensação corresponde a 55,57%. Em contrapartida, a mão-de-obra é mais requerida no sistema de compensação ambiental, perfazendo 44,48%, enquanto que a produção de eucalipto utiliza 28,47%.

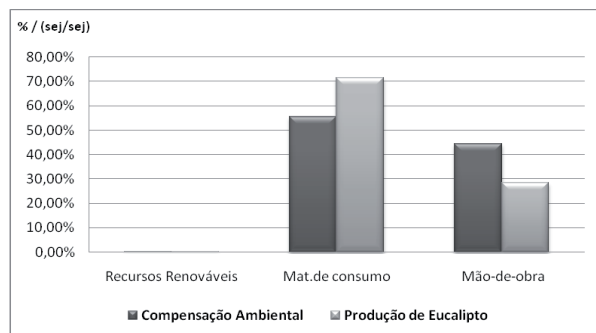


Figura 3. Percentual em energia de insumos utilizados no Projeto de Compensação Ambiental em comparação à produção de eucalipto

Ao comparar os dois sistemas, observa-se que os insumos utilizados na produção comercial de mudas de eucalipto diferem em qualidade e em seus percentuais dos utilizados pelo Projeto de Compensação Ambiental EcoÍris (Figura 3). É necessário considerar que a produção comercial de mudas de eucalipto utiliza fertilizantes e defensivos agrícolas, enquanto que o projeto de compensação ambiental faz uso de compostagem e húmus para o sistema de produção. A diferença entre os dois sistemas pode ser melhor observada com a avaliação dos indicadores. A Tabela 4 apresenta os índices dos indicadores, calculados a partir dos insumos utilizados pelos sistemas.

Tabela 4. Índices obtidos para o Projeto de Compensação Ambiental EcoÍris e para a produção comercial de mudas de eucalipto (Romanelli, 2007).

Indicadores:	Compensação	Eucalipto
EYR	1,0	1,0
EIR	36,1	56452,0
ELR	38,4	56452,0

O valor de uma unidade de ambos os sistemas para o indicador EYR indica que não houve retorno por unidade de energia investida para nenhum dos dois sistemas, pois o valor próximo de 1 mostra que os dois sistemas são dependentes dos fluxos de energia provenientes da economia (F).

O indicador que representa o investimento em energia (EIR), expressa a razão entre os insumos provenientes da economia (F) em relação aos recursos locais gratuitos (N + R). O sistema de compensação ambiental do aterro sanitário tem EIR = 36,1. Este valor é aproximadamente 1500 vezes menor

que o obtido para a produção comercial de mudas de eucalipto (EIR = 56.452). O resultado indica que, apesar de ambos os sistemas utilizarem poucos recursos locais gratuitos para o processo de produção de mudas, o sistema de produção de compensação ambiental pode ser considerado mais competitivo, pois explora de maneira mais eficiente os recursos locais.

O índice de carga ambiental (ELR) avalia o estresse ambiental, quanto menor seu valor, menor o estresse causado pelo sistema ao meio ambiente (Brown e Ulgiati, 2002). O valor de 38,4 indica que o sistema de compensação ambiental causa menos estresse ao ambiente quando comparado ao sistema de produção de eucalipto, cujo índice obtido foi de 56.452. Esta diferença diz respeito à utilização de resíduos provenientes de feiras livres que são utilizados para a compostagem e produção de húmus, dispensando desta forma o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas que são utilizados na produção de eucalipto.

CONCLUSÃO:

Calculou-se a emergia total do Projeto de Compensação Ambiental EcoÍris ($4,39 \times 10^{16}$ sej/ano) e observou-se que os insumos que consomem mais energia são os provenientes da economia, com a mão de obra associada à aproximadamente 43% da emergia total e as sementes a cerca de 40%.

O projeto de compensação ambiental mostrou ser dependente de recursos provenientes da economia. No entanto, quando comparado a um sistema de produção comercial de eucaliptos mostrou ser um processo mais vantajoso ao meio ambiente, já que o investimento em emergia deste projeto para a obtenção de uma muda é 1500 vezes menor que o investido para obter uma muda de eucalipto. Além disto, quando considerados os dois sistemas de produção, o Projeto de Compensação Ambiental caracteriza-se como um

sistema quase tão eficiente como o sistema de produção comercial.

O índice de carga ambiental com valor de 38,4 indica que o sistema de compensação ambiental causa menos estresse ao ambiente quando comparado ao sistema comercial de produção de eucalipto. Este resultado sugere que a utilização de resíduos provenientes de feiras livres, utilizados para a compostagem e produção de húmus, pode ser uma alternativa ambientalmente mais amigável para o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas que são utilizados na produção de eucalipto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S. E. **Estudo do uso de recursos diretos e indiretos na coleta de resíduos sólidos urbano**. 2005. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Paulista (UNIP).

BRANDT-WILLIAMS, S. L. **Handbook of emergy evaluation - A Compendium of data for emergy computation issued in a series of folios - Folio #4 (2nd printing): emergy of florida agriculture**. Center for Environmental Policy - Environmental Engineering Sciences, 2002

BROWN M. T, BURANAKARN, V. **Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options, Resources, Conservation and Recycling**. 2003. p.1–22.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. – **Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems**, J. Cleaner Production, 10,.2002. p.321-334.

BROWN MT, ULGIATI S. **Emergy analysis and environmental accounting**. Encyclopedia of Energy 2004.

BURANAKARN, V. **Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method.** 1998. Dissertation (Doctoral College of Architecture) - University of Florida.

CAVALETT O; ORTEGA E. Análise emergética da produção de soja no mato grosso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

CPCA - *Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônomicas.* Acesso em 29 nov. 2010. Online. Disponível em < <http://www.inpa.gov.br/cpca/areas/areas.html>

DECRETO FEDERAL nº 4340/02 – Acesso em 13 set. 2010. Online. Disponível em <www.planalto.gov.br/ccivil.../decreto/.../d4340.htm>

ECOURBIS AMBIENTAL S/A. Acesso em 13 set. 2010. Online. Disponível em < <http://www.ecourbis.com.br/>> acesso em 13.09.10.

EMATER. EMPRESA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – DF 2007. **Custos de produção – hortaliças bulbos, raízes, folhas e tubérculos.** Acesso em 13 set. 2010. Online. Disponível em < <http://emater.df.gov.br/>>

HAUKOOS, D. S. **Sustainable architecture and it's relationship to industrialized building.** Master Thesis, university of Florida, 1995 - p. 172) apud Buranakarn, V.; Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method. December 1998. University of Florida.

HAUKOOS, D. S. **Sustainable Architecture and It's Relationship to Industrialized Building.** Master Thesis, university of Florida, 1995 apud Brown, M. T.; Ulgiati, S.; Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. Journal of Cleaner Production, 2002.

LEI FEDERAL 99985/00- www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm

MARCHETTINI N.; RIDOLFI N.; RUSTICI, M. - **An environmental analysis for comparing waste management options and strategies, 2006.**

ODUM, H.T. **Environmental accounting – Emergy and environmental decision making**, Ed. John Wiley & Sons Ltd.,1996, p.370.

OGURA Y. **Estudo da Sustentabilidade Ambiental da Produção de Café, com o uso da Contabilidade em Emergia.** 2008. 256p. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia) - Universidade Paulista (UNIP).

ORTEGA,E., K. DELUQUI, M. VASCONCELOS, G. TEIRA. **Análise emergética do sistema agropecuario integrado korin em:** Engenharia Ecológica E Agricultura Sustentável, Exemplos de uso da metodologia emergética-ecossistêmica.Enrique Ortega (Organizador) Campinas, São Paulo, 5 de junho de 2003. Disponível em:<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/>], acesso em 29.11.10.

PEREIRA C.F.; CVALETT O.; ORTEGA E. **Avaliação de sustentabilidade de laranja para SLCC.** 2008. Acesso em 29 nov. 2010. Online. Disponível em < www.agroecologiaemrede.org.br/.../P440_2005-11-23_154625_066.pdf>

RESOLUÇÃO SMA n°8 de 31.01.08. Acesso em 23.10.2010. Online. Disponível em < www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/.../2007_Res_SMA_8.pdf

ROMANELLI, T. L. **Sustentabilidade energética de um sistema de produção e cultura de eucalipto**. 2007. 121p. Tese (Escola Superior de Agricultura) – Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. , tese de doutorado ,2007, 121 p.

ROMITELLI, M.S. **Emergy analysis of the new Bolivian-Brazil gas pipeline (gasbol), Emergy Synthesis – Proceedings of the first biennial emergy analysis research conference, Gainesville, Florida**, Ed. Mark T. Brown. 2000. c.5 p.53-70.

KAIMOTO,S.A.L. **Parecer técnico referente à análise do CPRN/DAIA da Implantação da Central de Tratamento de Resíduos Leste – CTL: SMA**, 2007. 73p.

SILVA, C.C. **Estudo de caso de sistemas de tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais**. 2006. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Paulista (UNIP).

SWEENEY, S.; CONEHEM. M.J.; KING, D.M.; BROWN, M.T. **Creation of a global emergy database for standardized national emergy Synthesis**. In: Biennial Emergy Reaserach Conference, 4., 2006, Gainesville, Proceedings.Gainesville: University of Florida Press, 2006. P.213-241.

TAKAHASHI, F. **Desenvolvimento de ferramentas computacionais para avaliação emergética de sistemas agrícolas** , UNICAMP, 2007.

ULGIATI, S.; BROWN, M. T. **Quantifying the environmental support for dilution and abatement of process emissions**. The case of electricity production. Journal of Cleaner Production, 2002.

ULGIATI, S.; BROWN, M.T. **Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystems**. Ecological Modelling. 1998, 108p, p.23-36.