



RAFAEL MONTI SILVA

**ANÁLISE EM EMERGIA DA CONFECÇÃO DA BIOMANTA DE
FIBRA DE BANANEIRA, ESTUDO DE CASO EM PEDRALVA SUL DE
MINAS GERAIS.**

INCONFIDENTES – MG

2013

RAFAEL MONTI SILVA

**ANÁLISE EM EMERGIA DA CONFECÇÃO DA BIOMANTA DE
FIBRA DE BANANEIRA, ESTUDO DE CASO EM PEDRALVA SUL DE
MINAS GERAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Carlos Cezar da Silva.

INCONFIDENTES - MG

2013

RAFAEL MONTI SILVA

**ANÁLISE EM EMERGIA DA CONFECÇÃO DA BIOMANTA DE
FIBRA DE BANANEIRA, ESTUDO DE CASO EM PEDRALVA SUL DE
MINAS GERAIS.**

Data de aprovação: 29 de Janeiro de 2013.

Carlos Cezar da Silva - IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes

José Hugo de Oliveira - IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes

Daniel Moreira Lupinacci - IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes

RESUMO

O Grupo Excursionista Pedra Branca (GEPB), Organização Não Governamental (ONG) de cunho Sócio – Ambiental atua no Município de Pedralva - MG desenvolveu a Biomanta do Pseudocaulé da Bananeira para aplicação em recuperação de áreas degradadas que serve como um tapete antierosivo para a cobertura de solos expostos, protegendo-o contra o impacto de gotas e conseqüentemente diminuindo a desagregação e carreamento de partículas do solo. O presente trabalho foi realizado no Bairro Santo Antônio do Município de Pedralva, na Fazenda Rancho Santo Antônio, Estado de Minas Gerais, e constitui-se na determinação e quantificação dos fluxos de energia do processo de confecção da Biomanta do pseudocaulé de bananeira para análises dos índices de Impactos Ambientais. Para o processo de confecção da Biomanta o índice de carga ambiental é de 0,72; e o índice de sustentabilidade foi de 3,43. De acordo com esses dados, pode-se afirmar que o trabalho obteve bons resultados para os índices calculados.

Palavras chave: áreas degradadas, biomanta, Grupo Excursionista Pedra Branca, cobertura do solo.

ABSTRACT

The Tripper Group Pedra Branca (TGPB), a social environmental non governmental organization that operates in Pedralva-MG developed the Biomanta of the bananeira pseudostem to be applied in the recovery of the degraded areas. This biomanta serves as an antierosive rug to be used to cover the exposed soil, protecting it against the impact of drops and, consequently decreasing the beukolown and arcyng of the soil particles. For the manufacturing process of the biomanta the index of the envaironmental load found was 0.72; and, the sustability index found was 3.43; with this indices it can be assented that the work actieved good results for the indices calculated.

Keywords: degraded areas, biodegradable, Tripper Group Pedra Branca, soil cover.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 -INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2-REFERENCIAL TEÓRICO..... | 2 |
| 2.1 Erosão do Solo..... | 2 |
| 2.2 Bananeira..... | 2 |
| 2.3 Biomanta..... | 3 |
| 2.4 eMergia..... | 3 |
| 2.4.1 Indicadores..... | 5 |
| 2.4.2 Referências utilizadas..... | 6 |
| 3- PREPOSIÇÃO..... | 8 |
| 4-MATERIAIS E MÉTODOS..... | 9 |
| 4.1 Descrições da Área em Estudo..... | 9 |
| 4.2 Identificação dos Fluxos de Energia..... | 10 |
| 4.3 Diagrama..... | 13 |
| 4.4 Identificação e Quantificação dos Fluxos de Energia..... | 14 |
| 4.4.1 Coleta:..... | 14 |
| 4.4.2 Transporte do Pseudocaule:..... | 14 |
| 4.4.3 Confecção do Emaranhado:..... | 15 |
| 4.4.4 Secagem..... | 15 |
| 4.4.5 Biomanta:..... | 16 |
| 4.5 Cálculo de Transformidades..... | 17 |
| 4.6 Índices Calculados..... | 18 |
| 5-RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 19 |
| 6-CONCLUSÃO..... | 21 |
| 7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 22 |
| APÊNDICE 1..... | 24 |
| APÊNDICE 2..... | 25 |
| APÊNDICE 3..... | 28 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|---|
| Quadro 1 – Transformidades utilizadas neste trabalho. | 7 |
|--|---|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Cálculo dos fluxos de eMergia do processo de confecção..... | 17 |
| Tabela 2 - Tabela da contribuição dos fluxos em eMergia..... | 18 |
| Tabela 3 - Cálculo dos Índices Ambientais | 19 |
| Tabela 4 – Cálculo do Solo | 25 |
| Tabela 5 – Cálculo de quantidade de Concreto. | 25 |
| Tabela 6 - Cálculo de Mão de Obra..... | 25 |
| Tabela 7 – Cálculo da Insolação..... | 25 |
| Tabela 8 – Cálculo da massa do Pseudocaule | 26 |
| Tabela 9 – Cálculo da Precipitação | 26 |
| Tabela 10 – Vento..... | 26 |
| Tabela 11 – Cálculo da massa do Girico. | 26 |
| Tabela 12 – Cálculo do Combustível | 26 |
| Tabela 13 – Quantidade de Luvas de látex..... | 27 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Símbolos utilizados..... | 5 |
| Figura 2 - Descrição dos Indicadores Ambientais..... | 6 |
| Figura 3 - Croqui da Fazenda Rancho Santo Antônio..... | 10 |
| Figura 4 – Diagrama do Processo de Confecção da Biomanta..... | 13 |
| Figura 5 - Fluxograma do processo de confecção da Biomanta..... | 14 |

LISTA DE IMAGENS

| | |
|--|----|
| Imagem 1 - Aspecto e disposição das fibras da Biomanta. | 15 |
| Imagem 2: Aspecto da Biomanta..... | 16 |

LISTA DE ABREVIACÕES

%R – Percentual dos Recursos Renováveis (Renovabilidade)

DNER – Departamento Nacional de Estrada e Rodagem

EIR – Investimento energético (Energy Investment Ratio)

ELR – Índice de Carga Ambiental (Environmental Loading Ratio)

ESI – Índice de Sustentabilidade (Environmental Sustainability)

EYR – Rendimento Energético (Energy Yield Ratio)

F – Recursos Pagos

GEPB – Grupo Excursionista Pedra Branca

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

N – Recursos Não Renováveis

ONG – Organização não Governamental

R – Recursos Renováveis

Y – Contribuição total de todos os Recursos

1 -INTRODUÇÃO

O Grupo Excursionista Pedra Branca (GEPB), Organização Não Governamental (ONG) de cunho Sócio – Ambiental atua no Município de Pedralva- MG há mais de 10 anos trabalhando junto à comunidade, esse grupo desenvolve projetos que visam à conservação dos recursos naturais e a recuperação de áreas degradadas, com o intuito de solucionar e /ou mitigar os impactos advindos dos processos erosivos. O presente trabalho constitui-se na determinação e quantificação dos fluxos de energia do processo de confecção da Biomanta do pseudocaule de bananeira para análises dos índices de Impactos Ambientais.

O GEPB desenvolveu a Biomanta do Pseudocaule da Bananeira para aplicação em recuperação de áreas degradadas. A Biomanta serve como um tapete antierosivo para a cobertura de solos expostos, protegendo-o contra o impacto de gotas e conseqüentemente diminuindo a desagregação e carreamento de partículas do solo. Se a Biomanta for produzida por comunidades locais em escala comercial atenderá a perspectiva de eco desenvolvimento.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2011), o município de Pedralva produziu 11.625 toneladas de bananas em 2011, e possui uma área de 1.550 hectares de bananas plantadas.

Sendo o município um potencial produtor de bananas, pode-se aproveitar disso para criar uma solução para os problemas relativos à conservação do solo, além de dar destino correto ao pseudocaule da bananeira, que é um resíduo da produção de banana e, quando “[...] deixado no chão proporciona o desenvolvimento de fungos que prejudicam toda a lavoura” afirma Rosa (2009).

Utilizando a metodologia em eMergia (Odum, 1996) no processo de confecção da Biomanta os indicadores apontaram que o índice de carga ambiental (ELR) é de 0,72 e o índice de sustentabilidade (ESI) é de 3,43.

2-REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Erosão do Solo

Segundo Fernandes & Lima (2007), erosão é um processo físico que consiste na degradação e transporte do solo pela água ou pelo vento. Este fenômeno esculpe o relevo terrestre e é chamado de Erosão Geológica ou Normal. Quando o solo é despido de sua vegetação natural e submetido ao cultivo fica exposto diretamente às forças erosivas. Neste caso, a água e o vento removem material com uma intensidade maior do que se verifica quando o solo está naturalmente coberto. Esta remoção acelerada do material do solo é chamada de Erosão Acelerada ou simplesmente Erosão: o fenômeno mais eficiente de depauperamento do solo.

Como consequência desse fato observa-se o surgimento de grandes problemas ambientais, sendo um dos principais, a perda de solo e conseqüentemente o assoreamento de cursos d'água, devido ao surgimento de processos erosivos, (Soares & Ferreira, 2007).

O mesmo autor conclui que o processo de perda de solo consiste em um mecanismo que traz conseqüências graves tanto para o meio ambiente, com a redução e até mesmo eliminação da camada orgânica do solo, contribuindo assim para o surgimento de processos de desertificação, como para a economia, com a perda de áreas agricultáveis.

2.2 Bananeira

Segundo a Secretaria de estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais em 2011 a produção mineira de banana foi de 654,4 mil toneladas, que representa 9,3% da produção brasileira e confere ao estado à quarta posição no ranking nacional, com uma área de 40,5 mil hectares destinados à cultura.

Soffner (2001) afirma que “[...] a cultura da banana gera uma grande quantidade de resíduos após a colheita dos frutos, sendo considerados os mais importantes em termos de volume gerado, as folhas e o pseudocaule, normalmente, utilizados no solo como cobertura morta, mantendo a sua umidade e evitando a erosão, controlando ervas daninhas e retornando nutrientes para o solo, reduzindo, conseqüentemente os custos com adubação”.

A bananeira fornece de cinco a oito qualidades de fibras diferentes, desde mais ásperas até de texturas mais finas e delicadas. A produção de derivados de fibras da bananeira começa após o trabalho da colheita. Essa produção traz um grande benefício adicional, pois aproveita o “tronco”, normalmente deixado no chão propiciando o desenvolvimento de fungos que prejudicam toda a lavoura (Rosa, 2009).

2.3 Biomanta

Uma simples e eficaz atividade agrícola pode ser empregada para se promover a conservação do solo. Trata-se da utilização da cobertura morta sobre o mesmo (Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Galeti, 1972) *apud* (Silva, &. Schulz, 2002).

A bioengenharia de Solos tem sido amplamente utilizada para áreas em processos erosivos. Consiste em elementos biologicamente ativos, em obras de estabilização do solo e sedimentos, conjugados em elementos inertes como concreto, madeira, ligas metálicas, polímeros e mantas que são confeccionadas com fibras vegetais, chamadas de geotêxtis ou biomantas (Gomes, 2005) *apud* (Ribeiro, 2008).

Dias (2011) destaca em seu trabalho de estabilização de taludes que “o uso de técnicas de bioengenharia de solos como biomantas e hidrossemeadura, constitui-se em uma importante ferramenta na busca da recuperação dessas áreas por conseguir em uma relação de custo benefício viável, a efetiva estabilização de taludes formados nos depósitos de estêreis da mineração e na consequente eliminação ou minimização de ações erosivas no ambiente em que se deseja restaurar”.

Segundo o Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER 2012) “[...] a biomanta vegetal tem a função de proteger as superfícies expostas dos taludes evitando a erosão superficial, favorecendo a germinação das sementes que serão plantadas para a recuperação do local”.

2.4 eMergia

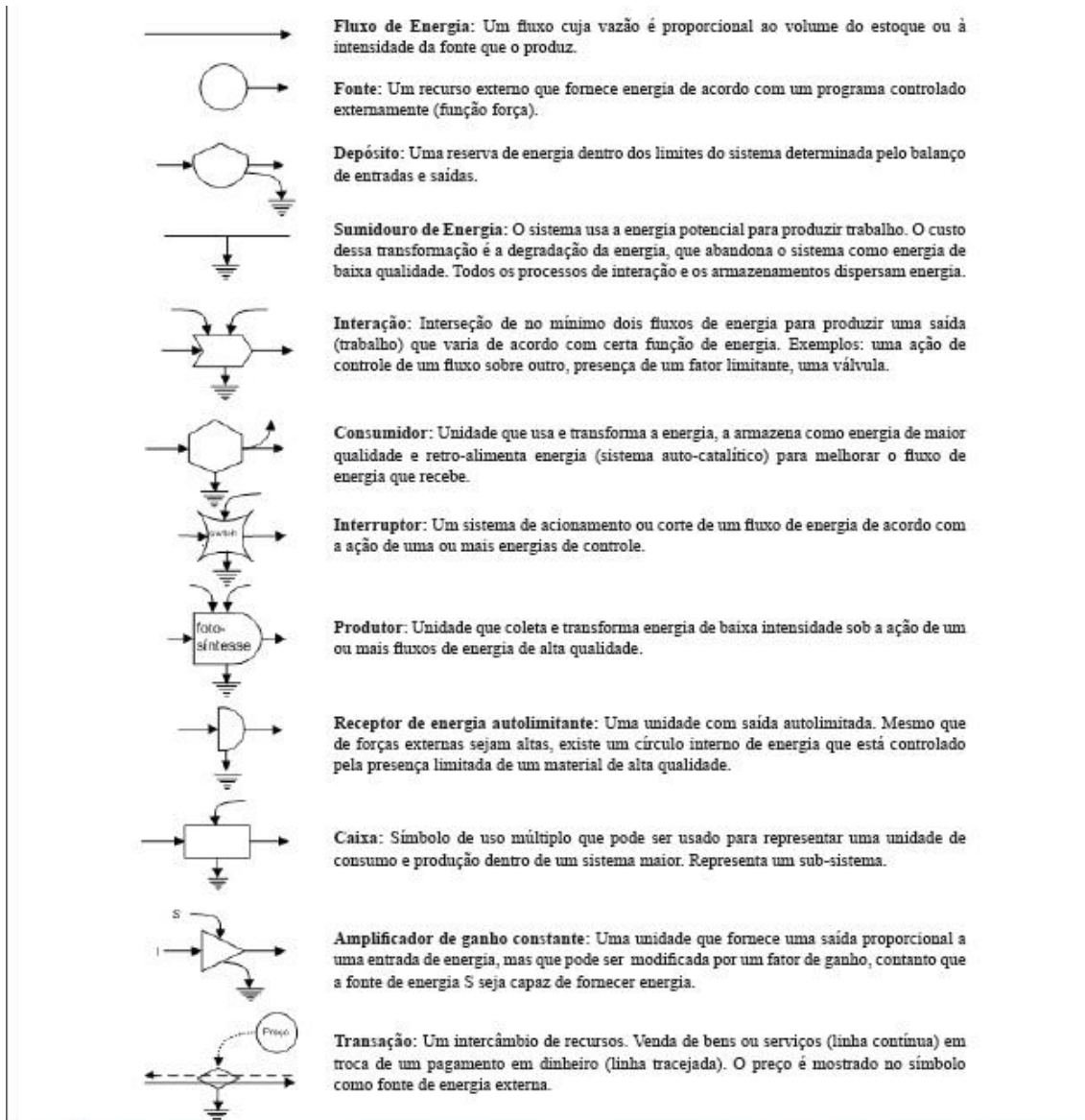
Odum (1996) desenvolveu uma metodologia capaz de avaliar o uso de recursos por um determinado sistema, seja ele natural ou antropogênico, tal metodologia baseia – se na contabilização da energia solar necessária de forma direta ou indireta para se obter um

produto e/ou serviço num determinado processo, resultando em um valor numérico sintético, que contém o total de eMergia. *apud* (Silva, 2006).

Segundo Carvalho (2010) a base desta metodologia está no conceito de Transformidade Solar e EMergia Solar. Por definição, a EMergia Solar, ou simplesmente EMergia, é a quantidade de energia solar equivalente necessária para obter um produto ou um fluxo de energia de um dado processo. Essa é uma grandeza, como o volume e a massa, dependente da dimensão do sistema e sua unidade de medida é o joule de eMergia solar (solar energy joule - sej). A Transformidade Solar, ou Transformidade, define a quantidade de eMergia (sej) necessária para a obtenção de um joule de um produto, serviço ou processo, e sua unidade é o sej/J. Para alguns tipos de produtos e serviços, o fluxo de energia pode ser facilmente transformado em unidade de massa (sej/g), o que chamamos de eMergia por unidade ou volume (sej/m³), dinheiro (sej/R\$) e outras unidades, as quais recebem o nome de eMergia por unidade.

Para a análise, são construídos diagramas de energia para identificar todos os fluxos de material 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 utilizados por (Odum,1996), Fig. 1.

Figura 1 - Símbolos utilizados.



(Fonte: Odum, 1996)

2.4.1 Indicadores

Os indicadores utilizados foram desenvolvidos por Odum (1996). O rendimento em eMergia (EYR), o investimento em eMergia (EIR), o índice de carga ambiental (ELR). Além

destes indicadores foi também calculado o índice de sustentabilidade (ESI). O ESI, proposto por Ulgiati e Brown (1996), apresenta a razão entre EYR e ELR. O percentual de eMergia renovável (%R) também é utilizado para comparar os sistemas de geração de energia

Figura 2 - Descrição dos Indicadores Ambientais

| Descrição | Indicador | Equação |
|---|-----------|--------------------------------|
| Rendimento em emergia (<i>emergy yield ratio</i>): É a relação entre a emergia total contida no produto (Y) em relação aos recursos provenientes da economia (F), ou seja, é a emergia do sistema dividido pela entrada dos fluxos de emergia provenientes da economia. É um indicador de retorno de energia sobre o investimento realizado, fornecendo a emergia líquida do sistema, ou seja a contribuição da emergia proveniente do sistema de produção (R + N). Demonstra a capacidade do processo para explorar os recursos locais provenientes da natureza. 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. Avalia o estresse imposto ao ambiente, quando menor o valor, menor o estresse causado. | ELR | $(N+F)/R$ |
| Investimento em emergia é uma relação entre recursos provenientes da economia e os recursos gratuitos. Um índice baixo indica que o ambiente provê mais recursos para o processo que a economia (materiais e serviços). | EIR | $F/(R+N)$ |
| Índice de Sustentabilidade: Mede a taxa de sustentabilidade. Valores maiores indicam sustentabilidade por períodos de tempo maior. Um sistema para ser considerado sustentável por longo prazo deve ter uma baixa carga ambiental e alto rendimento em emergia. | ESI | EYR/ELR |
| Percentual de recursos renováveis: Indica a porcentagem de fluxo de energia que é proveniente de fontes renováveis. Os sistemas com alto valor deste índice são mais sustentáveis. | %R | $(R/Y).100\%$ |

Fonte: Odum 1996.

2.4.2 Referências utilizadas

O Quadro 1 descreve a transformidade de cada item utilizado e cita os trabalhos em que as mesmas foram encontradas.

| Quadro de Transformidades | | | | |
|---------------------------|----------------|-----------------------|----------|--|
| Notas | Item | Transformidades | Unidades | Referências |
| 1 | Solo | $2,21 \times 10^4$ | sej/J | ROMITELLI, M.S. – Emergy analysis of the new Bolivian-Brazil gas pipeline (gasbol), Emergy Synthesis – Proceedings of the first biennial emergy analysis research |
| 2 | Concreto | $1,54 \times 10^9$ | sej/g | CARVALHO, J.A.C, Avaliação de uma construção utilizando a contabilidade ambiental em Emergia . 2010. 256 f. Dissertação (Pós-Graduação) - Universidade Paulista NIP, SP. |
| 3 | Mão de Obra | $4,30 \times 10^6$ | sej/J | SILVA, C. C. Estudo de caso de sistemas de tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais; 2006, Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Paulista ,São Paulo, 2006. |
| 4 | Isolação | 1,00 | sej/J | http://solar-heliospheric.engin.umich.edu/kiosk/sundata.html |
| 5 | Pseudocaule | $3,90 \times 10^{11}$ | sej/kg | BARROS, I.; BLAZY, J.M.; RODRIGUES, G. S.; TOURNEBIZE, R.; CINNA, J. P. – Emergy evaluation and economic performance of banana cropping systems in Guadeloupe (French West Indies), Agriculture, Ecosystems and Environment, 129, p.437-449, 2009. |
| 6 | Precipitação | $4,70 \times 10^4$ | sej/g | ODUM, H.T. Emergy evaluation of an OTEC electrical power system. Energy v.25, p.3989-3993, 2000. |
| 7 | Vento | $1,50 \times 10^5$ | sej/J | BROWN, M.T.; ULGIATI, S. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems, J. Cleaner Production, 10, p.321-334, 2002. |
| 8 | Girico | $6,07 \times 10^{12}$ | sej/kg | http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/jeep/historia.php |
| 9 | Combustível | $2,76 \times 10^{12}$ | sej/L | http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm |
| 10 | Luvas de látex | $4,30 \times 10^{12}$ | sej/g | http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm |

Quadro 1 – Transformidades utilizadas neste trabalho.

3- PREPOSIÇÃO

Problemas como erosões voçorocas e deslizamentos trazem inúmeros transtornos na esfera da segurança pública e conservação da qualidade das estradas rurais, por isso existe uma grande necessidade de se buscar fontes alternativas, de baixo custo e com tecnologias acessíveis aos pequenos produtores, como práticas de conservação e proteção do solo, que melhore as áreas de produção da lavoura e as condições de escoamento do produto.

A Biomanta de Fibra de Pseudocaule de Bananeira visa contribuir para solução e/ou mitigação destes problemas e a aplicação da Análise eMergética na confecção desta Biomanta possibilita avaliar o desempenho ambiental do sistema sobre a biosfera, por isso, destaca-se a importância dessa ferramenta como auxílio para tomada de decisões.

4-MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados obtidos nesse trabalho foram coletados em campos através de visitas para identificação da área em estudo e para realização do processo de confecção da Biomanta. Foi realizada uma pesquisa a respeito dos dados de produção e área da fazenda, com uma representante da Fazenda Rancho Santo Antônio.

Oriundo desses dados e de uma revisão literária seguem as informações utilizadas neste trabalho para a aplicação dos conceitos apresentados por Odum (1996).

4.1 Descrições da Área em Estudo

A Fazenda Rancho Santo Antônio está situada em um bairro rural, o bairro Santo Antônio, a uma distância aproximada de 12 km do Município de Pedralva, Sul de Minas Gerais, com elevação de 863m acima do nível do mar e coordenadas 22° 13'49''S e 45° 24' 45''W, possui uma área de 222,233 hectares, onde são produzidos Banana, Café e Lixia, o croqui a seguir apresenta as áreas de produção, Figura 3.

A Fazenda possui certificação de produtos Orgânicos desde 2001 pelo IBD, e atualmente a produção média de banana é de 1200 caixas por ano, o equivalente a 25000 kg/ano em uma área de 6,2165 hectares. No apêndice 1 segue autorização para realização do trabalho.

Figura 3 - Croqui da Fazenda Rancho Santo Antônio.



Fonte: Google 2010

4.2 Identificação dos Fluxos de Energia

Abaixo seguem descritos em notas os fluxos identificados neste trabalho e os cálculos desses fluxos encontram-se no Apêndice 2.

Nota 01. Solo

A energia do solo foi calculada considerando – se a energia produzida por árvores de eucaliptos plantadas em uma área equivalente à área do terreiro de secagem. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 4.

Nota 02. Concreto

O concreto utilizado para construção do terreiro foi calculado de acordo com o trabalho de Silva (2006). O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 5.

Nota 03. Mão de Obra

O valor da mão obra foi calculado em duas etapas:

1º Mão de obra utilizada para a construção do terreiro que foi calculado de acordo com o trabalho de Silva (2006).

2º Mão de obra para a confecção da biomanta que considerou a mão de obra de um trabalhador por 205 dias no ano. Foram considerados 205 dias no ano, pois o terreiro é utilizado para secagem de café em um período de 60 dias. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 6.

Nota 04. Insolação

Para o cálculo da insolação foi considerado a área do terreiro de secagem e a irradiação solar média por ano. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 7.

Nota 05. Pseudocaule

Para o cálculo de quantidade de Pseudocaule foi considerado a confecção de cinco biomantas por dia em um período de 205 dias/ Ano, considerando-se o peso médio do pseudocaule após cortado de 60 kg. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 8.

Nota 06. Precipitação

Na etapa de secagem da biomanta ela fica exposta em terreiro onde podem ocorrer eventuais chuvas, por isso neste trabalho considera-se a precipitação média anual da região e a área do terreiro de secagem para o cálculo de precipitação. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 9.

Nota 07. Vento

Considera-se o vento como um agente natural presente no sistema de confecção da Biomanta que favorece o processo de secagem das fibras, a fórmula utilizada para o cálculo neste trabalho foi $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$, que determina a energia cinética do vento. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 10.

Nota 08. Girico

Neste trabalho considerou-se a massa do Girico como sendo a mesma massa do Jeep Willys, já que o Girico foi construído com partes de antigos Jeep's. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 11.

Nota 09. Combustível

O combustível utilizado foi o diesel e para seu cálculo foi considerado a distância ida e volta entre o bananal e o terreiro de secagem e o consumo médio do girico, fazendo uma viagem por dia. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 12.

Nota 10. Luvas

Para se obter a massa total das luvas utilizadas no processo, foi estimada a quantidade de luvas de látex utilizado por um trabalhador em um período de um ano e multiplicado pelo peso de sua unidade. O cálculo encontra-se no Apêndice 2, Tabela 13.

4.3 Diagrama

O diagrama em eMergia do processo de confecção da Biomanta de fibras de bananeira permite uma visão ampla das etapas de confecção. A Figura 4 ilustra o diagrama obtido.

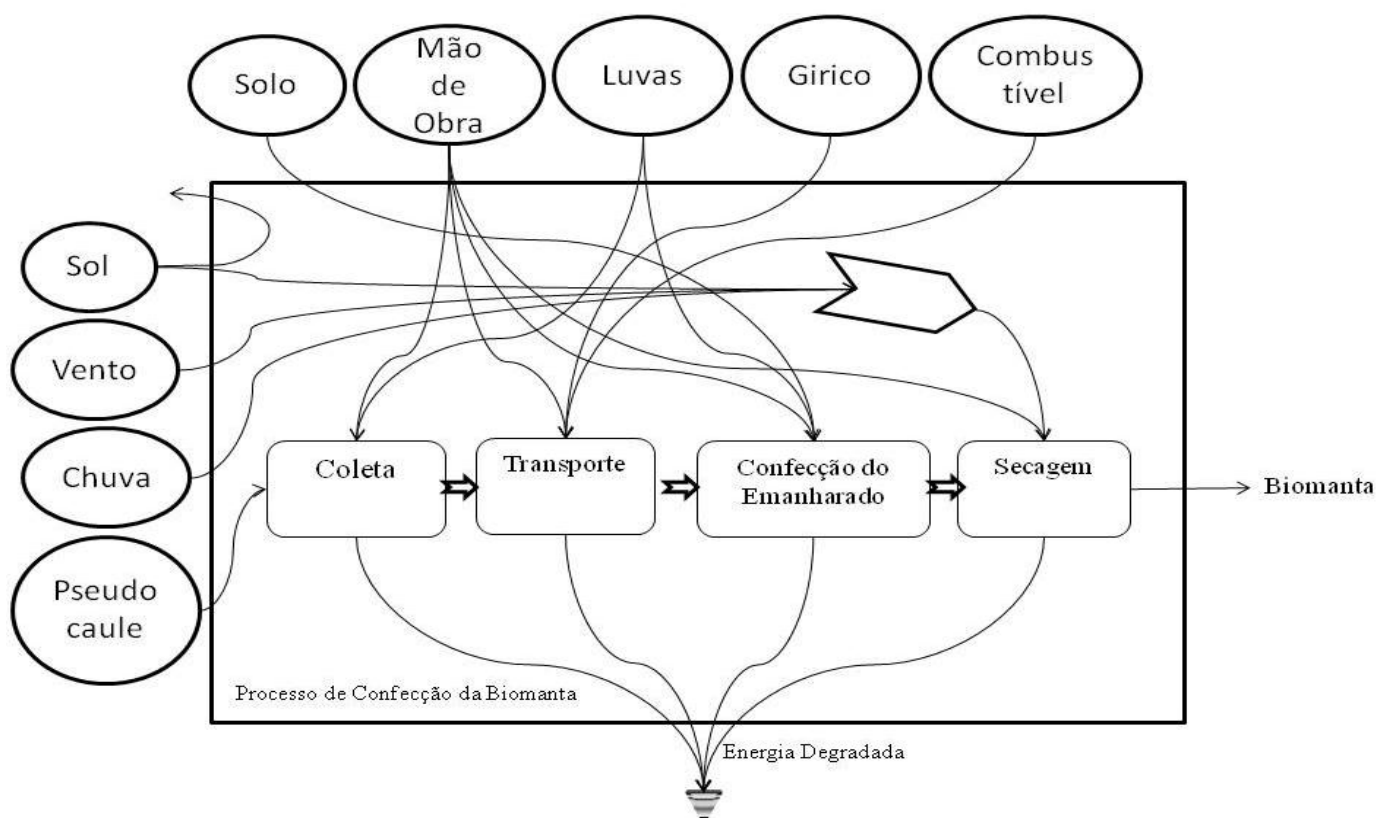


Figura 4 – Diagrama do Processo de Confecção da Biomanta

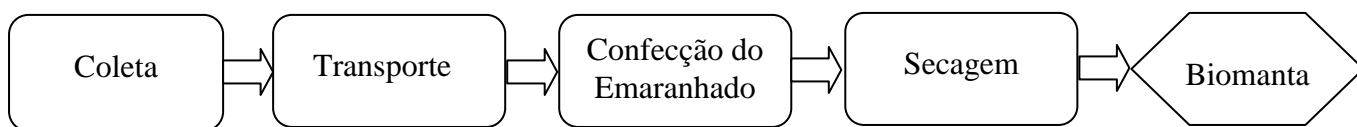
Nota-se que à direita do diagrama estão às entradas dos recursos renováveis (R) como sol, chuva e vento que são elementos essenciais para a secagem da biomanta, outro recurso renovável é o pseudocaule, matéria prima deste processo considerada renovável devido à abundância de bananais existentes na região, sendo que o pseudocaule um

subproduto da produção de bananas. Na parte superior do diagrama, da esquerda para a direita, encontra-se o recurso não renovável (N), neste caso o solo utilizado para a construção do terreiro de concreto para a secagem, e os recursos pagos (F) como o girico e o combustível utilizado no transporte do pseudocaule e as luvas que são utilizadas para o manuseio do pseudocaule nas etapas de coleta e confecção da biomanta. Em todas as etapas da confecção da biomanta são consideradas perdas de energia.

4.4 Identificação e Quantificação dos Fluxos de Energia

O processo a seguir foi desenvolvido pelo GEPB e refere-se à confecção da Biomanta. No apêndice 3 segue autorização para realização da aplicação dessa metodologia neste trabalho. A figura 5 ilustra as etapas de produção e são descritas a seguir:

Figura 5 - Fluxograma do processo de confecção da Biomanta.



4.4.1 Coleta:

A coleta consiste na busca pelo pseudocaule no bananal, que após coletado será levado até o terreiro para confecção da Biomanta.

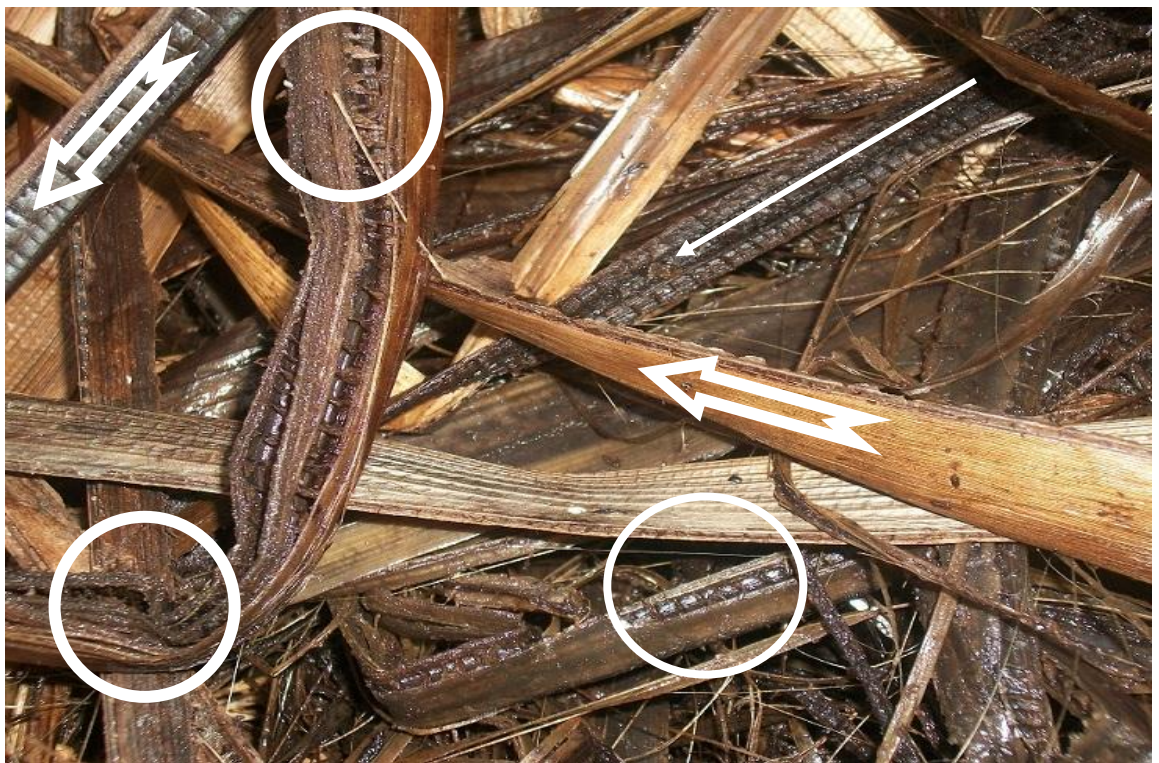
4.4.2 Transporte do Pseudocaule:

O Transporte é feito do bananal onde é coletado o pseudocaule já em processo de decomposição e levado em um girico até o terreiro onde será processado.

4.4.3 Confeção do Emaranhado:

Consiste em esmagar o pseudocaule espalhando – o no chão de maneira que assemelhe – se a um tapete, as fibras deverão ficar dispostas de acordo com a Imagem 1, o “emaranhado” de fibras confere à biomanta uma resistência isotrópica à propagação da água onde na imagem esta representada pelas setas, e os círculos demonstram a capacidade das fibras de absorção de água.

Imagem 1 - Aspecto e disposição das fibras da Biomanta.



Fonte: Rafael Monti.

4.4.4 Secagem:

Após a confecção do tapete ele deverá ser disposto ao sol para secagem. A secagem é importante para que toda umidade existente nas fibras evapore, facilitando assim o manuseio antes e no ato de aplicação da Biomanta.

4.4.5 Biomanta:

Após a secagem o tapete já poderá ser aplicado para a proteção de solos expostos. Na Imagem 2 podemos observar os aspectos gerais da biomanta.

Imagem 2: Aspecto da Biomanta.



Foto: Daniel Monti Braga.

4.5 Cálculo de Transformidades

Na tabela 1 seguem os fluxos de eMergia do processo de confecção.

Tabela 1 - Cálculo dos fluxos de eMergia do processo de confecção.

| Avaliação da eMergia do Processo de Confecção da Biomanta | | | | | | | |
|---|---------------|---------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| Nota | Descrição | Unidade | Classe | Valor | Emergia / (sej/un) | Emergia (sej) | % |
| Fase de Implantações | | | | | | | |
| 1 | Solo | J | N | $2,87 \times 10^{10}$ | $2,21 \times 10^4$ | $6,34 \times 10^{14}$ | 2% |
| 2 | Concreto | g | F | $3,32 \times 10^4$ | $1,54 \times 10^9$ | $5,11 \times 10^{13}$ | <1% |
| 3 | Mão de Obra | J | F | $3,01 \times 10^9$ | $4,30 \times 10^6$ | $1,29 \times 10^{16}$ | 31% |
| | | | | | | | <1% |
| Fase de Operação | | | | | | | |
| 4 | Insolação | J | R | $1,06 \times 10^{13}$ | 1,00 | $1,06 \times 10^{13}$ | <1% |
| 5 | Pseudocaule | kg | R | $6,15 \times 10^4$ | $3,90 \times 10^{11}$ | $2,40 \times 10^{16}$ | 58,0% |
| 6 | Precipitação | g | R | $2,41 \times 10^9$ | $4,70 \times 10^4$ | $1,13 \times 10^{14}$ | <1% |
| 7 | Vento | J | R | 9,60 | $1,50 \times 10^5$ | $1,44 \times 10^6$ | <1% |
| 8 | Girico | kg | F | $6,50 \times 10^1$ | $6,07 \times 10^{12}$ | $3,95 \times 10^{14}$ | <1% |
| 9 | Combustível | l/ano | F | $8,86 \times 10^1$ | $2,76 \times 10^{12}$ | $2,44 \times 10^{14}$ | <1% |
| 10 | Luvas Látex | g/ano | F | $7,20 \times 10^2$ | $4,30 \times 10^{12}$ | $3,10 \times 10^{15}$ | 7,5% |
| 11 | Mão de Obra | J | F | $6,15 \times 10^5$ | $4,30 \times 10^6$ | $2,64 \times 10^{12}$ | <1% |
| | Emergia Total | | | | | $4,14 \times 10^{16}$ | 100% |

O fluxo total de eMergia para a confecção da Biomanta do Pseudocaule de bananeira é de $4,14 \times 10^{16}$ sej/ano. O Pseudocaule da bananeira, matéria prima do processo, representa 58,0% sej/sej do total de eMergia do processo, a mão de obra no processo de confecção do terreiro representa 31% sej/sej e as luvas utilizadas no processo de coleta e confecção da biomanta representam 7,5 % sej/ano.

4.6 Índices Calculados

Os fluxos em eMergia calculados neste trabalho apresentam - se na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Tabela da contribuição dos fluxos em eMergia.

| Descrição | sej/ano |
|------------------------|-----------------------|
| Contribuição Total – Y | $4,14 \times 10^{16}$ |
| Renováveis – R | $2,41 \times 10^{16}$ |
| Não Renováveis – N | $6,34 \times 10^{14}$ |
| Pagos – F | $1,67 \times 10^{16}$ |

Podemos observar através da tabela 2 que os recursos Renováveis são $2,41 \times 10^{16}$ sej/ano, sendo os mais utilizados no sistema (58%), seguidos dos recursos Pagos $1,67 \times 10^{16}$ sej/ano (40,%), e o único recurso Não renovável é o Solo, que representa $6,43 \times 10^{14}$ sej/ano (2%) de todo o sistema.

5-RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os índices calculados neste trabalho estão apresentados na tabela 3, e são discutidos em seguida.

Tabela 3 - Cálculo dos Índices Ambientais

| Indicadores | |
|---------------------------------|------|
| Rendimento em eMergia | 2,48 |
| Carga Ambiental | 0,72 |
| Percentual de energia renovável | 58% |
| Investimento em eMergia | 0,67 |
| Índice de Sustentabilidade | 3,43 |

A eMergia por unidade da Biomanta é da ordem de $4,14 \times 10^{16}$ sej/kg.

O Indicador de rendimento em eMergia (EYR) é a medida de sua contribuição líquida à economia (Odum, 1996), a partir de sua operação. Valores próximos de um, indicam que o sistema utiliza os mesmos recursos da economia com os quais contribui, o valor encontrado neste trabalho foi de 2,48, demonstrando uma baixa eficiência no uso de reservas naturais com relação ao investimento.

No indicador de Carga Ambiental (ELR), valores mais elevados indicam sistemas com mais alto nível tecnológico ou maior estresse ambiental. O resultado encontrado para este indicador é de 0,72, o índice obtido implica em um baixo estresse ambiental.

O Indicador de Investimento em eMergia (EIR), mede a intensidade do desenvolvimento econômico (Odum, 1996), isto é, se os recursos locais são adequadamente explorados a partir do investimento econômico. Neste trabalho encontramos o valor de 0,67, o que significa que o sistema está consumindo pouco recurso da economia.

O Índice de Sustentabilidade (ESI) mede a contribuição sustentável para a economia. O valor encontrado neste trabalho foi de 3,43, o que significa que o processo de confecção da Biomanta é sustentável em médio prazo (maior que 10 anos).

O percentual de energia renovável (%R) é o valor da razão entre a eMergia dos recursos renováveis utilizados e a eMergia total utilizada no sistema, neste trabalho a energia de recursos renováveis representa 58 % de todo sistema.

6-CONCLUSÃO

Com o estudo realizado podemos avaliar as etapas do processo de confecção da Biomanta do pseudocaulo de Bananeira através da metodologia em eMergia. Com os resultados obtidos podemos observar que o processo possui alto percentual de energia renovável (58%), de acordo com o protocolo de Kyoto (MRE, 1997), que estabeleceu que até 2010 o uso de fontes de energia renovável deveria alcançar 10% da matriz energética (Braga et al, 2002) *aput* (Corsini, et. al. 2011), neste trabalho encontramos um percentual muito maior do que o estabelecido pelo protocolo, onde podemos afirmar que ocorre um bom aproveitamento dos recursos locais e gratuitos do sistema.

O índice de carga ambiental (0,72) revela que o processo de confecção da Biomanta respeita a capacidade do sistema em fornecer recursos locais gerando baixo nível de estresse ambiental, e o índice de sustentabilidade (3,43) nos mostra que o processo tem uma alta contribuição sustentável para a economia, onde podemos afirmar que a confecção da Biomanta de pseudocaulo de bananeira é sustentável em médio prazo.

Este trabalho permite fornecer dados ao GEPB que servirão para futuros estudos a respeito da Biomanta de pseudocaulo de bananeira, sendo que a mesma encontra-se em fase de teste pela equipe. Podemos concluir que o processo de confecção da Biomanta atende as perspectivas do GEPB quanto ao difundir essa tecnologia como uma ferramenta de eco – desenvolvimento.

7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, I.; BLAZY, J.M.; RODRIGUES, G. S.; TOURNEBIZE, R.; CINNA, J. P. Emergy evaluation and economic performance of banana cropping systems in Guadeloupe (French West Indies), **Agriculture, Ecosystems and Environment**,129, p.437-449, 2009.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 335p. 1990.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L; BARROS, M. T. L; SPENCER, M.; PORTO M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo, Prentice Hall, 2002.

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

CARVALHO, J. G.A. **Avaliação De Uma Construção Utilizando A Contabilidade Ambiental Em EMergia**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Paulista. 267p. 2010.

CORSINI, I.; CARVALHO, B. S.; PEREIRA, E. M.; CUNHA, M. C. A.; SILVA, C.C. Contabilidade em eMergia de dois sistemas de geração de energia elétrica com utilização de resíduos. **Revista Agrogeoambiental**. Inconfidentes, Abril/2011.

DIAS, D. M; SANTO, E. C; GOMES, D. P. P. **BIOENGENHARIA DOS SOLOS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES APLICADA NAS INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB**. 2011.

DNER **Biomantas de fibra de coco e de sisal são utilizadas nas obras de duplicação e revitalização da BR-101NE (PE/AL/SE/BA)**. Departamento Nacional de Estrada e Rodagem: Clipping Ambiental, 28p. 2012.

FERNANDES.A.R; LIMA. H. V.; **MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**; Módulo Erosão do solo - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2007.

GALETI, P.A; **CONSERVAÇÃO DO SOLO: REFLORESTAMENTO - CLIMA**.CAMPINAS: IMPRES. Instituto Campineiro de EnsinoAgrícola, 279p. 1972.

GOMES, L. G. N. **A bioengenharia como ferramenta de restauração ambiental das margens do rio São Francisco**.. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós - Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). São Cristóvão: UFS. 2005.

IBGE, - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades**, Pedralva, MG; Lavoura Permanente 2011. Acessado em 20/11/2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES., - **Protocolo de Quioto à convenção sobre mudança do clima**. Traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. 1997.

ODUM, H.T. – **Environmental accounting** : emery and environmental decision making. New York: John Wiley & Sons , p.370. 1996.

ODUM, H.T. – **Emergy evaluation of an OTEC electrical power system.** *Energy*, v.25, p.3989-3993. 2000.

RIBEIRO, L. R. – **Alterações de paisagens em margens d'água: os caos dos rios São Francisco e Paramopama,** Sergipe/ São Cristovão, p. 109. 2008.

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

ROSA, A. F.; ARAUJO, S. P.; RIBEIRO, S. M. A.; CARVALHO, M. F. D. A. - A fibra de bananeira e o design de ambientes sustentável; **Facultad de Diseño y Comunicación.** Universidad de Palermo. p 6. 2009.

ULGIATI, S., BROWN, MT.; - Emergy Measures of Carrying Capacity to Evaluate Economic Investments, Population and Environment. **A Journal of Interdisciplinary Studies**, v. 22, n. 5. 2002.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS – **Perfil da Fruticultura de Minas Gerais.** Governo de Minas, 2011.

SILVA, C. C. **Estudo de caso de sistemas de tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais.** Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Paulista. 2006.

SILVA, A. & SCHULZ, H. E. - Redução do desprendimento das partículas do solo mediante uso de resíduos vegetais de origem urbana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.6, n.3, p.531-534, 2002. SOARES, H. H. J; FERREIRA, O. M. – **Processos erosivos e perda de solo em estradas vicinais.** Universidade Católica de Goiás. Goiânia – GO, p.20, 2007.

SOFFNER, M. L. A. P. **Produção de polpa celulósica a partir de engaço de bananeira.** 56 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 2001.

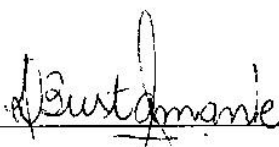
APÊNDICE 1

Autorização para realizar o trabalho na Fazenda Rancho Santo Antônio.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Eu Letícia Osório Bustamante, representante legal da Fazenda Rancho Santo Antônio do Sr. Paulo Bustamante Carneiro autorizo o aluno Rafael Monti Silva graduando em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – campus Inconfidentes (IFSM – Inconfidentes) a coletar dados e pseudocaules de bananeira na Fazenda Rancho Santo Antônio para a realização de estudos relacionados à Confecção da Biomanta de Fibra de Bananeira para o seu Trabalho de Conclusão de Curso com o tema Análise Emergética da Confecção da Biomanta de Fibra de Bananeira.

Pedralva, 05 de outubro de 2012.



Letícia Osório Bustamante

Administradora

APÊNDICE 2

Seguem em notas os cálculos dos fluxos identificados nesse trabalho.

| Nota 1 | | Solo | | | | |
|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|-------------|-----------------------|
| Item | Área (m ²) | Conv. (ha/m ²) | Conv. (g/kg) | Produção (kg/ha) | Conv. (g/J) | Total (J) |
| Construção do Terreiro | 1,71x10 ³ | 1,00x10 ⁻⁴ | 1,00x10 ³ | 4,00x10 ⁴ | 4186 | 2,87x10 ¹⁰ |

Tabela 4 – Cálculo do Solo

| Nota 2 | | Concreto |
|----------------------|--|----------|
| Quantidade (g) | | |
| 3,32x10 ⁴ | | |

Tabela 5 – Cálculo de quantidade de Concreto.

| Nota 3 | | Mão de Obra | | | | |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|-----------|----------------------------|
| Item | Necessidade diária / (kcal/H dia) | Período (dias/ano) | Nº Operários | Total (J) | | |
| | Nec. Matabólica (kcal/homem) | Homem* dia(m ²) | Área (m ²) | Conv. (J/kcal) | Vida útil | Total (J) |
| Confeção da Biomanta | 3,00x10 ³ | 2,05x10 ² | 1,00 | 6,15x10 ⁵ | | |
| Construção do Terreiro | 3,00x10 ³ | 3,50E+00 | 1,71x10 ³ | 4186 | 25 | 3,01x10 ⁹ |
| Total | | | | | | 3,01x10⁹ |

Tabela 6 - Cálculo de Mão de Obra

| Nota 4 | | Insolação | | | |
|---------------------|------------------------|---|-----------------|----------------------|-----------------------|
| Item | Área (m ²) | Insolação da área (kWh/m ² *dia) | Conv. (dia/ano) | Conv. (kWh/J) | Total (J) |
| Terreiro de Secagem | 1,71x10 ³ | 4,7 | 365 | 3,60x10 ⁶ | 1,06x10 ¹³ |

Tabela 7 – Cálculo da Insolação

| Nota 5 | | Pseudocaule | |
|-------------|---------|---------------------|------------|
| | Unidade | Massa Unitária (kg) | Total (kg) |
| Pseudocaule | 1025 | 60 | 61500 |

Tabela 8 – Cálculo da massa do Pseudocaule

| Nota 6 | | Precipitação | | | |
|---------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Item | Precipitação (mm) | Área (m ²) | Conv. (m/mm) | g/m ² | Total (g) |
| Terreiro de secagem | $1,41 \times 10^3$ | $1,71 \times 10^3$ | $1,00 \times 10^{-3}$ | $1,00 \times 10^6$ | $2,41 \times 10^9$ |

Tabela 9 – Cálculo da Precipitação

| Nota 7 | | Vento | |
|-------------------------------|---------------------------|------------------|-----------|
| Item | Velocidade do Vento (m/s) | Massa do ar (kg) | Total (J) |
| Secagem da Fibra de bananeira | 4,00 | 1,20 | 9,60 |

Tabela 10 – Vento

| Nota 8 | | Girico Utilizado | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Item | Massa (kg) | Depreciação (ano) | Total (kg) |
| Transporte do Pseudocaule | $6,50 \times 10^2$ | $1,00 \times 10^1$ | $6,50 \times 10^1$ |

Tabela 11 – Cálculo da massa do Girico.

| Nota 9 | | Combustível | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------|---------------|
| Item | Distância (km/dia) | (dias/ano) | Consumo (km/L) | Total (L/ano) |
| Transporte do Pseudocaule | 2,16 | $2,05 \times 10^2$ | 5,00 | 88,6 |

Tabela 12 – Cálculo do Combustível

| Nota 10 | | Luva Látex | |
|-----------------------|----------|------------------|---------------|
| Item | Peso (g) | Quantidade (ano) | Total (g/ano) |
| Confecção da Biomanta | 1,20E+02 | 6,00E+00 | 7,20E+02 |

Tabela 13 – Quantidade de Luvas de látex

APÊNDICE 3

Autorização do GEPB para aplicação da metodologia de confecção da biomanta neste trabalho.

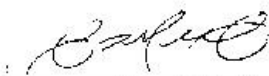


GRUPO EXCURSIONISTA PEDRA BRANCA (GEPB)
CNPJ: 00.790.786/0001-98
Endereço: Rua Dona Inácia Macedo, nº. 132 – Centro – Pedralva/MG

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Eu João Paulo Braga, Presidente do Grupo Excursionista da Pedra Branca (GEPB) autorizo o aluno Rafael Monti Silva graduando em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia – campus Inconfidentes (IFSM – Inconfidentes) a realizar estudos relacionados à técnica de Confecção da Biomanta de Fibra de Bananeira desenvolvida pelo GEPB para o seu Trabalho de Conclusão de Curso com o tema Análise Emergética da Confecção da Biomanta de Fibra de Bananeira.

Pedralva, 05 de outubro de 2012.



João Paulo Braga

Presidente