



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA EM RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE DOUTORADO TEMÁTICO
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**

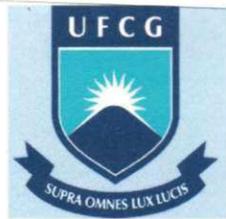
TESE DE DOUTORADO

**AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DA CULTURA DO
ALGODÃO COLORIDO IRRIGADO COM
ÁGUA RESIDUÁRIA EM AMBIENTE SEMI - ÁRIDO**

Rogaciano Cirilo Batista

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA - BRASIL

MARÇO - 2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA EM RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE DOUTORADO TEMÁTICO
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**

TESE DE DOUTORADO

**AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DA CULTURA DO ALGODÃO COLORIDO
IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA EM AMBIENTE SEMI – ÁRIDO**

ROGACIANO CIRILO BATISTA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA - BRASIL

MARÇO – 2008

ROGACIANO CIRILO BATISTA

**AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DA CULTURA DO ALGODÃO COLORIDO
IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA EM AMBIENTE SEMI-ÁRIDO**

TESE DE DOUTORADO

ORIENTADO: ROGACIANO CIRILO BATISTA

ORIENTADORES: Prof^a. Dr^a VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA
Prof. Dr. ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ
(UNICAMP / FEA / DEA / LEIA)

Tese apresentada à Universidade Federal de
Campina Grande, como parte das exigências
do Curso de Doutorado em Recursos Naturais
do Programa Institucional de Doutorado
Temático para obtenção do título de "*Doctor
Scientiae*" em Recursos Naturais.

Área de Concentração:
SISTEMA AGUA-SOLO-PLANTA-ATMOSFERA

Linha de Pesquisa:
IRRIGAÇÃO DE PLANTAS CULTIVADAS

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA - BRASIL

MARÇO - 2008



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCEG

B333a

2008 Batista, Rogaciano Cirilo.

Avaliação emergética da cultura do algodão colorido irrigado com água residuária em ambiente semi-árido / Rogaciano Cirilo Batista. — Campina Grande, 2008.

182f. : il.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores : Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima, Prof. Dr. Enrique Ortega Rodriguez.

1. Emergia. 2. Reúso. 3. Algodão Colorido I. Título.

CDU – 628.22(043)

ROGACIANO CIRILO BATISTA

**AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO ALGODÃO COLORIDO IRRIGADO COM
ÁGUA RESIDUÁRIA EM AMBIENTE SEMI-ÁRIDO**

APROVADA EM: 31/03/2008

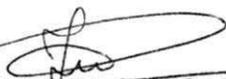
BANCA EXAMINADORA



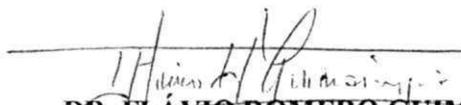
Dra. VERA-LÚCIA ANTUNES DE LIMA
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



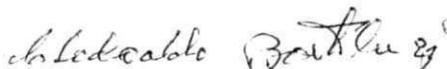
Dr. ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP



DRA. JULITA MARIA FROTA CHAGAS CARVALHO
Embrapa Algodão – CNPA/EMBRAPA



DR. FLÁVIO ROMERO GUIMARÃES
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB



Dr. CLODOALDO ROQUE DALLAJUSTINA BORTOLUZI
Centro de Humanidades – CH
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. JOSÉ DANTAS NETO
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

À DEUS, Nosso Senhor e Protetor

AOS MEUS PAIS

Cristiano Batista dos Santos (in memorian) e Joana Cirilo de Santana

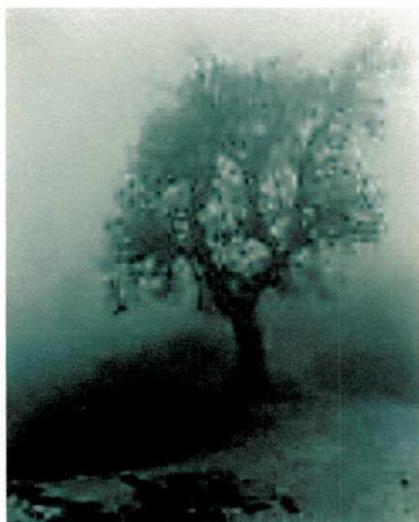
AOS MEUS IRMÃOS

Genice, Geralcino, Givaldo, Gilberto, Jucélia, Sandra e Geilza Cirilo Batista.

E em especial à todos que acreditam na Luz Divina e buscam através

dela, forças para caminhar na vida, diante de tantas

Adversidades, Tristezas e Crescimento Espiritual.



*Tributai ao Senhor, Ó filhos dos deuses,
Tributai ao Senhor honra e glória.
Tributai ao Senhor a glória do seu nome. Prostrai-
vos diante dele no esplendor sagrado.
A voz do Senhor ressoa sobre as águas, o Deus da
glória impera aos trovões, o Senhor, sobre as águas
Numerosas: a voz do Senhor com majestade; a voz
do Senhor fende os cedros, o Senhor quebra os
cedros do Líbano; faz saltar o Líbano como um
Novilho; e o Sarião como um antílope.
A voz do Senhor lança relâmpago; a voz do Senhor
abala o deserto de Cadés. A voz do Senhor
Contorce os carvalhos, devasta os bosques. No
Seu santuário todos exclama: glória!
O Senhor sentou-se em cima do dilúvio, e
estabeleceu-se como rei eterno. O Senhor dá poder
Ao seu povo e a bênção com a paz.*

Hino ao Senhor da Natureza

Salmo de Davi - 29

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, por minha formação profissional, bem como a Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PRPG).

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES do Ministério da Educação – Brasília / DF, pela bolsa de estudo.

A Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, por conceder a participação do professor Enrique Ortega Rodriguez em auxílio a minha pesquisa.

De modo muito especial aos meus orientadores: Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima e Dr. Enrique Ortega Rodriguez na orientação deste trabalho.

À todos os professores dos Departamentos de Engenharia Agrícola, Meteorologia e Engenharia Civil, pelas preciosas contribuições;

A CAGEPA (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba) por nos ter cedido a área de pesquisa da ETE-Catingueira, assim também diversas informações para o desenvolvimento da pesquisa;

As secretárias Cleide, Rivanilda, Aparecida, Aldaniza, Neide entre outras, pelos constantes incentivos e colaborações;

Aos amigos que aqui encontrei, sempre me ajudando, incentivando e auxiliando na conquista do conhecimento ministrado;

À todos os professores, funcionários e alunos que fazem parte do Doutorado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande.

À todos, meu muito obrigado.

*Estamos aqui para conhecer a vida em suas múltiplas dimensões,
em sua riqueza e variedade. E quando um homem vive
Multidimensionalmente, explora todas as possibilidades;
não recua diante de qualquer desafio – aceita,
encara e mostra-se à altura.
A vida então se torna chama. E floresce.*

Bhagwan Shree Rajneesh

SUMÁRIO

Itens	Conteúdo Programático	Pág.
1.	Introdução.....	1
2.	Objetivos.....	3
2.1	Objetivo Geral	3
2.2	Objetivos Específicos.....	3
3.	Revisão de Literatura.....	4
3.1	O Algodão no Brasil.....	4
3.2	Descrição Botânica do Algodoeiro.....	5
3.3	Clima e Solo na cultura do Algodão	7
3.4	Nutrição do Algodoeiro.....	10
3.5	A cultura do algodão colorido (BRS-200).....	17
4.	Aplicação da Água Residuária na Agricultura.....	22
4.1	Nutrientes da água residuária aplicados no solo...	24
4.2	Reuso de água para fins agrícolas	27
4.3	Propagação de vetores na cultura.....	29
4.4	Normas e Critérios de qualidade microbiológica de esgotos para irrigação – Evolução dos Padrões	30
4.5	Presença de Coliformes Totais, Fecais e Escherichia coli na Água Residuária.....	32
4.6	O Meio Ambiente da Catingueira.....	35
4.6.1	O Solo da Catingueira.....	35
4.6.2	Fauna e Flora no Ambiente da Catingueira.....	36
5.	A Sustentabilidade Ambiental e a Agroecologia	38
5.1	A Emergia avaliando o meio ambiente semi-árido nordestino.....	48
5.2	A Emergia “in focus”.....	52
5.3	Emergia “M” – Conceitos Básicos.....	60
5.4	A Emergia na Natureza.....	62
5.5	A Emergia e a Engenharia Ecológica.....	65
5.6	A avaliação emergética no ecossistema.....	67
5.7	A Emergia e a Água Residuária.....	72
6.	Material e Método.....	74
6.1	Experimento Agrícola.....	74
6.2	A Estação de Tratamento de Efluentes ETE-Catingueira / Campina Grande -PB).....	75

6.3	<i>Estrutura funcional da Estação de Tratamento de Efluentes.....</i>	75
6.4	<i>Manutenção da ETE e o seu papel Bio-Social.....</i>	78
6.5	<i>A Fase Experimental – O contato inicial.....</i>	79
6.6	<i>O solo utilizado no experimento.....</i>	81
6.7	<i>Água de Abastecimento e Residuária para irrigação.....</i>	82
6.8	<i>Análises químicas do solo.....</i>	82
6.9	<i>Determinação das lâminas e controle das irrigações.....</i>	83
6.10	<i>Sistema de irrigação do experimento.....</i>	84
6.11	<i>Análise emergética do ecossistema.....</i>	89
6.11.1	<i>Procedimento da avaliação emergética – Simbologia</i>	90
6.11.2	<i>Diagrama de Agroecossistema.....</i>	92
6.11.3	<i>Fluxos e Conversões.....</i>	93
6.11.4	<i>Índices Emergéticos.....</i>	96
7.	<i>Resultados e Discussões.....</i>	98
7.1	<i>A colheita do algodão.....</i>	98
7.2	<i>Características do solo e da água do experimento.....</i>	99
7.3	<i>Valores nutricionais da água residuária.....</i>	105
7.4	<i>Indicativos de produção do algodão colorido.....</i>	106
7.5	<i>Diagnóstico emergético no sistema de produção do algodão colorido com água de abastecimento e residuária.....</i>	108
7.6	<i>Diagramas de sistemas de produção do algodão colorido.....</i>	111
7.7	<i>Análise emergética na produção do algodão colorido</i>	114
7.8	<i>Indicadores comparativos econômicos e sociais....</i>	123
8.	<i>Conclusão.....</i>	133
9	<i>Referências</i>	134
10	<i>Apêndices.....</i>	149
A - I	<i>Diagrama de irrigação para o experimento do algodão colorido, irrigado com água de abastecimento e residuária.....</i>	150
A - II	<i>Esquema de irrigação para o experimento do algodão colorido, irrigado com água de abastecimento e residuária.....</i>	151
A-III	<i>Manual de Cálculo de Emergia</i>	152

LISTA DE FIGURAS

	Figuras	Pag.
1	<i>Descrição morfológica do Algodão Colorido (BRS-200)</i>	7
2	<i>A Pluma do Algodão colorido (BRS-200) irrigado com água residuária</i>	18
3	<i>O Algodão Colorido (BRS-200) em forma de botão floral.....</i>	18
4	<i>O Algodão colorido (BRS-200) em pluma no meio ambiente.....</i>	18
5	<i>A Cultivar BRS-200 do Algodão Colorido - Marrom em suas fases de desenvolvimento: Germinação (A), Crescimento (B) e Produção da pluma(C).....</i>	19
6	<i>Adaptação do fósforo ao solo para absorção por parte da planta.....</i>	26
7	<i>Patógenos encontrados em água residuária.....</i>	33
8	<i>No período do Verão o ambiente encontra-se extremamente seco, quente com temperatura variando entre 25 e 35°C, umidade muito baixa e incidência solar muito ativa. Podemos observar a área do Experimento (Nov.2004).....</i>	35
9	<i>O solo árido e seco dificulta o plantio, retarda o crescimento das plantas e facilita o desenvolvimento de habitats de insetos.....</i>	36
10	<i>Polinização através de insetos na Cultura do Algodão.....</i>	37
11	<i>Pássaros utilizam a área para procriar.....</i>	37
12	<i>Diversas plantas compõem o ecossistema.....</i>	37
13	<i>Crescimento da flor do algodão colorido.....</i>	37
14	<i>Insetos que compõem a fauna local.....</i>	37
15	<i>A flor do algodão explode com toda sua beleza e graciosidade.....</i>	37
16	<i>Mudança na renda líquida obtida com a mudança de sistema de produção convencional para agroecológico. Adaptado de Altieri (2000).....</i>	41
17	<i>Propriedades sistêmicas dos agroecossistemas e índices de desempenho (ALTIERI, 2002).....</i>	43
18	<i>Custos totais do processo, considerando insumos, mão-de-obra, recursos ambientais e Externalidades, (AGOSTINHO, 2005).....</i>	58
19	<i>O Ciclo da matéria e o fluxo de energia, onde ocorre reciclagem da matéria e perda de energia (&) na passagem de cada nível trófico.</i>	60
20	<i>Estação de Tratamento de Efluentes (ETE-Catingueira) - Campina Grande / PB – Brasil.....</i>	76
21	<i>Visão interna da área da ETE - Catingueira (CG-PB).....</i>	76
22	<i>Vista da grade, caixa de areia e calha Parshall (Pré-tratamento) da ETE de Campina Grande.....</i>	77
23	<i>Vista da ETE em fase de maior índice de respiração aeróbia, durante maior incidência solar.....</i>	77
24	<i>Imagem do vertedouro do efluente da 2ª lagoa da ETE-Catingueira de Campina Grande – PB.....</i>	77
25	<i>Vertedouro de saída do efluente final.....</i>	77
26	<i>O efluente sendo utilizado para irrigar diversas culturas.....</i>	79
27	<i>A ETE-Catingueira recebe efluente de outras localidades duas vezes ao dia.....</i>	79
28	<i>Após tratamento o efluente é liberado para o meio ambiente.....</i>	79
29	<i>A área do Experimento ainda em fase de montagem.....</i>	80

30	<i>O ambiente que irá interferir no desenvolvimento da cultura.....</i>	80
31	<i>Emissário da Lagoa de Estabilização na Estação de Tratamento de Efluente – ETE Catingueira.....</i>	85
32	<i>Captação Final do Efluente da ETE – Catingueir.....</i>	85
33	<i>Moto Bomba instalada dentro da ETE-Catingueira, impulsionando o efluente até a área de cultivo.....</i>	85
34	<i>Área de cultivo do algodão cerca de (1.600m²), com as laminas d'água sobrepostas no terreno.....</i>	86
35	<i>Caixas d'água (5000Le 3000L), utilizadas como reservatório (02 - Abastecimento e 02 Residuária).....</i>	86
36	<i>Cabeçal de Controle composto por filtro de areia, motobomba, filtro de disco, filtros de tela e manômetros analógicos.....</i>	86
37	<i>A Lâmina d'água representada pela mangueira de polietileno com gotejadores, através dos quais a água chegava até a planta.....</i>	86
38	<i>Projeto ilustrativo da área onde foi desenvolvido o experimento – ETE - Catingueira –CG/PB.....</i>	88
39	<i>Símbolos da linguagem de fluxos de energia, com descrição qualitativa, para representar sistemas (Fonte: Adaptado de ODUM, 1996).....</i>	91
40	<i>Diagrama resumido do agroecossistema.....</i>	92
41	<i>Diagrama de fluxos de energia de um sistema de produção genérico. Adaptado de Ortega (2002).....</i>	92
42	<i>A colheita do Algodão exige dedicação e cuidados com os botões que perfuram a pele.....</i>	98
43	<i>O empacotamento era necessário para separação dos tratamentos da pesquisa.....</i>	98
44	<i>Com bom humor e trabalho conseguimos ultrapassar várias fases da pesquisa.....</i>	98
45	<i>Toda a produção foi utilizada para análise nos laboratórios da UFCG e EMBRAPA.....</i>	99
46	<i>Detalhe nas diferenças de Tratamentos: Abastecimento e Residuária</i>	106
47	<i>Diagrama Ecossistêmico do Ambiente Semi-Árido na Produção do Algodão Colorido - (BRS 200), utilizando irrigação com água residuária – ETE /CG-PB e de abastecimento.....</i>	110
48	<i>Diagrama Ecossistêmico do Ambiente Semi-Árido na Produção do Algodão Colorido – (BRS 200), utilizando irrigação com Água de Abastecimento.....</i>	112
49	<i>Diagrama Ecossistêmico do Ambiente Semi-Árido na Produção do Algodão Colorido - (BRS 200), utilizando irrigação com Água Residuária – ETE / Catingueira / CG-PB.....</i>	113
50	<i>Diagrama de fluxo de energia agregado da produção de algodão colorido irrigado com água de abastecimento (modelo geral).....</i>	116
51	<i>Diagrama de fluxo de energia agregado da produção de algodão colorido para a análise de água residuária (modelo geral).....</i>	120

LISTA DE QUADROS

	Quadros	Pág.
1	<i>Absorção de nutrientes durante o ciclo do algodoeiro e extração total para produzir uma tonelada de fibra por hectare.....</i>	11
2	<i>Aumento da produtividade agrícola (t/ha.ano) possibilitada pela irrigação com esgotos domésticos.....</i>	28
3	<i>Saneamento urbano no município de Campina Grande-PB.....</i>	75
4	<i>Valores gerais do Processo Emergético.....</i>	93
5	<i>Exemplo para calcular a energia produzida e o dinheiro recebido pelo sistema.....</i>	95
6	<i>Transformidades solares típicas.....</i>	95
7	<i>Índices Emergéticos e Econômicos dos Ecossistemas Antrópicos..</i>	96

LISTA DE TABELAS

	Tabelas	Pag.
1	<i>Dados metereológicos da estação climatológica CNPA/EMBRAPA, referente ao período da pesquisa.....</i>	74
2	<i>Análises física, química e de fertilidade do solo antes do cultivo...</i>	100
3	<i>Resultado da Análise do Solo (Salinidade), antes do Experimento</i>	101
4	<i>Valores Médios da fertilidade do solo antes do cultivo do Algodão Colorido Irrigado com água residuária e abastecimento.....</i>	101
5	<i>Valores Médios da fertilidade do solo depois do cultivo do Algodão Colorido Irrigado com água residuária e abastecimento..</i>	102
6	<i>Indicativos dos níveis de água (Abastecimento e Residuária) utilizadas no experimento.....</i>	104
7	<i>Valores nutricionais direcionados ao solo através da água residuária aplicada durante a irrigação.....</i>	105
8	<i>Valores médios do peso de um capulho e de cem sementes, percentagem de fibra, algodão em caroço, em pluma e sementes do algodoeiro irrigado sobre diferentes lâminas de água residuária, com e sem nitrogênio e fósforo.....</i>	107
9	<i>Avaliação Emergética do sistema de produção de Algodão-Colorido em Água de Abastecimento (Modelo Geral).....</i>	115
10	<i>Indicadores Emergéticos da Produção de Algodão Colorido irrigado com Água de Abastecimento.....</i>	117
11	<i>Avaliação Emergética do sistema de produção de Algodão-Colorido em Água Residuária (Modelo Geral).....</i>	119
12	<i>Indicadores Emergéticos da produção de algodão colorido irrigado com água residuária.....</i>	121
13	<i>Comparação entre os indicadores econômicos e sociais da produção de Algodão Colorido (Peso de pluma) irrigado com água de Abastecimento e Residuária.....</i>	124

14	<i>Indicativos de dados emergéticos – Abastecimento.....</i>	127
15	<i>Indicativos de dados emergéticos – Residuária.....</i>	128
16	<i>Cálculo dos fluxos da Análise Emergética de Produção do Algodão Colorido irrigado com Água de Abastecimento e Residuária.....</i>	129

SIGLAS E ABREVIATURAS

- [1] ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental)
- [2] ANA (Agência Nacional de Águas)
- [3] AR (Avaliação de Risco)
- [4] CACI (International Cotton Advisory Committee)
- [5] CCCU (University of Califórnia Committee of Consultants)
- [6] CF (Coliformes Fecais)
- [7] CNA (Information General de los Districtos de Riego)
- [8] CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente)
- [9] DAE (Dias Após a Emergência)
- [10] DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)
- [11] DSIB (Broad Irrigation and Sewage Disposal)
- [12] DQO (Demanda Química de Oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica)
- [13] ENUMAH (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano)
- [14] EPA (Environmental Protection Agency)
- [15] ESALQ (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”)
- [16] FAO (Food and Agriculture Organization)
- [17] ISO (Standard International Organization)
- [18] NEERI (Instituto Nacional de Pesquisas de Engenharia Ambiental)
- [19] OMS (Organização Mundial de Saúde)
- [20] PAHs (Polycyclic Hidrocarboneto Aromáticos)
- [21] PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico)
- [22] ONU (Organização das Nações Unidas)
- [23] RAS (Relação de Adsorção de Sódio)
- [24] SAN (National Academy of Science)
- [25] SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste)
- [26] USP (Universidade de São Paulo)
- [27] UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)
- [28] WHO (World Health Organization)

ROGACIANO CIRILO BATISTA

AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DA CULTURA DO ALGODÃO COLORIDO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA EM AMBIENTE SEMI - ÁRIDO

RESUMO

Nas regiões áridas e semi-áridas do mundo, a água tornou-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano industrial e agrícola. Sendo assim o reuso de água apresenta-se como alternativa econômica para a atividade humana em benefício do meio ambiente. Portanto este trabalho tem como finalidade apresentar uma proposta com reuso de água residuária urbana proveniente do município de Campina Grande/PB – Brasil, na produção de Algodão-Colorido var. BRS-200, sendo avaliado através da Metodologia Emergética proposta por Odum, onde os aspectos sócio-econômico e ambientais são investigados e identificados para avaliar o impacto da água residuária no ambiente; representado pela renovação do produto. A pesquisa foi desenvolvida em campo, na Estação de Tratamento de Efluente (ETE) da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), sendo a área experimental de 4200 m², distando 350m da Lagoa de Estabilização (ETE-Catingueira) com uma diferença de nível de 5m, uma declividade de 1,5%; o solo da área é um Neossolo, de textura média franco-argiloso-arenoso compasto natural, cultivado anteriormente com algodão, milho e outras variedades. As águas utilizadas na pesquisa foram provenientes da rede de abastecimento local e da Estação de Tratamento (ETE-Catingueira). De acordo com a pesquisa pode-se observar que a água residuária proveniente do esgoto doméstico realiza uma grande contribuição para o meio ambiente devido ao alto índice de material orgânico; Segundo a Análise Emergética as diferenças básicas existentes entre as Águas de Abastecimento e Residuária, sendo que a água de abastecimento não apresentou um boa taxa de produção por hectare, ficando em 500kg/ha com uma taxa de Renovabilidade de apenas 22%R numa média que vai até 70%R. Enquanto a água residuária apresentou uma produção de 1.500kg/ha, referente à uma taxa de Renovabilidade de 37%R. Para o algodão colorido irrigado com água de abastecimento e vendido a 0,46 US\$/kg apresentou apenas 200 US\$/ha apresentando a energia do produto em 3,52E+03J/(ha.ano) e uma emergia em dólares de 1,72E+13sej/(ha.ano). Enquanto o algodão irrigado com água residuária vendido ao mesmo preço custo de 0,46 US\$/kg apresentou um valor de 600 US\$(ha.ano) o que perfaz uma energia do produto em 2,78E+10J/(ha.ano) o que representa mais que o dobro da produção em mesma área irrigada com água de abastecimento. Podemos observar, portanto que os esgotos sanitários podem conter os nutrientes necessários para atender à demanda nutricional das plantas. Entretanto, não necessariamente estarão disponíveis nas formas e no momento exigido. Por exemplo, as formas de nitrogênio mais facilmente assimiláveis são o nitrato (NO₃⁻, -N) e o amônio (NH₄⁺, -N), mas os efluentes de esgotos tratados podem conter teores consideráveis de amônia (NH₃⁺, -N) e nitrogênio orgânico. Além disso, as demandas de água e de nutrientes não se dão em paralelo, o que requer equacionamento apropriado. Portanto o Algodão Colorido é ecologicamente correto, não poluente, de valor agregado para o produtor e de forte apelo no mercado internacional, é uma excelente alternativa para a agricultura familiar do Semi-árido do Nordeste brasileiro. Além de adaptadas às fiações modernas, as cultivares de algodão colorido reduzem os custos de produção para a indústria têxtil e o lançamento de efluentes químicos e tóxicos, por dispensarem o uso de corantes.

Palavras-Chave: Meio Ambiente, Água Residuária e Emergia.

ROGACIANO CIRILO BATISTA

EMERGETIC AVALIATION OF CULTURE COLORED COTTON IRRIGATED WITH SUPPLY WATER AND RESIDUE WATER IN ENVIRONMENT SEMI-ARID

ABSTRACT

In the arid semi-arid regions of the world, the water become a limited factor to the urban, agricultural and industrial development. In this way the water reuse is indicated as an economical alternative for the human activity in aid of the environment. Therefore this work has as objective to show a proposal with reuse of urban residual water originating from the municipality of Campina Grande/PB – Brazil in the production of Colorful cotton, BRS-200 variety, being evaluated through the Emergy Methodology proposed by Odum, where the social-economical and environmental factors are examined and identified to alleviate the impact of residual water in the environment represented by renewing the product. The research was developed in the field, in Paraíba Water and Sewer Company Effluent Treatment Station – STE, being and experimental area of 4.200m², 350 m away from the Stabilization Pond (STE – Catingueira) with a level difference of 5m, na incline of 1,5%, the soil of the area is a Neosol, with a medium Franc-day-sandy texture, with a natural pasture, previously cultivated with cotton, corn and other varieties. The water used on the research was originating from both the local supply net and Treatment Station (STE-Catingueira). According to the research we could notice that the residual water originating from home sewers realizes a great contribution to the environment due to the high number of organic material. According to the Emergetic Analysis the basic differences between the Supply Water and the Residual one are: the supply water didn't present a good production rate per hectare, being 500kg/ha with a Renewal rate of only 22%R on an average that goes to 70%R; the residual water presented a production of 1.500kg/ha, regarding a renewal rate of 37,00. For the colorful cotton irrigated with supply water and sold t US\$ 0,46/kg, it presented only US\$ 200/ha presenting the energy product at 3,52E+03J/(ha/year) and an emergy in dollars of 1,72E + 13sej/(ha/year). The cotton irrigated with residual water solda the same price of US\$ 0,46/kg presented rate of US\$600 (ha/year) what results in a product energy of 2,78E+10J/(ha/year) representing more than twice of the production on the same area irrigated with supply water. We can notice that the sanitary sewers can contain the nutrients necessary to full fill the plants nutritional demand. However, they will not necessarily be available in the ways and moment demanded. For instance, the nitrogen forms more easily assimilated are the nitrate (NO₃⁻, -N) and the amonio (NH₄⁺, -N), but the sewers effluents treated can contain considerable tenors of ammonia (NH₃⁺, -N) and organic nitrogen. Besides the demands of water and nutrients don't happen in parallel what requires an appropriate equation. Therefore the Colorful Cotton is ecologically correct, non pollutant with an aggregated value for the producer and has a strong appeal on the international market. It is also an excellent alternative for home agriculture in the semi-arid region of Brazilian northeast. Besides being adapted to the modern spinning, the colorful cotton plantations reduce the production costs for the textile industry and the introduction of chemical and toxic effluents because they avoid the use of colorings.

Key-words: Environment, Residual Water and Emergy.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste oferece condições excepcionalmente favoráveis para a disposição de águas residuárias no solo, tanto pela disponibilidade de áreas em sua grande extensão territorial como pelas condições climáticas adequadas, entre outros fatores convenientes.

A irrigação utilizando águas residuárias é, nos dias atuais, um dos métodos mais viáveis para o destino dessas águas, devido aos benefícios imediatos que podem ser alcançados, entre eles o de natureza econômica-financeira. É um método viável, no sentido de sua aplicação prática com a adequada disposição final dessas águas. Garantem a produtividade da colheita, por causa da fertirrigação, e a preservação da qualidade ambiental, devido à proteção das águas superficiais, evitando lançamento direto nos corpos d'água.

Nas últimas décadas a intensificação do uso de águas residuárias na irrigação é evidente. Bastos (1993) apresenta vários exemplos. Em Israel, cerca de 70% do volume de águas residuárias são utilizados para irrigação após tratamento, principalmente no cultivo de algodão. Considerando que a BRS-200 Marrom é um novo genótipo, derivado do algodão perene mocó e a primeira cultivar de algodão de fibras geneticamente colorida, obtida no Brasil, através de melhoramento convencional, com utilização do método de seleção genealógica (EMBRAPA, 2000).

Considerando a importância econômica que o algodão representa para a região semi-árida do nordeste brasileiro podemos realizar a avaliação emergética do Algodão Colorido, ressaltando o seu potencial social e econômico como também sua interação com o meio ambiente, utilizando para tanto água residuária proveniente dos esgotos urbanos, porém sendo tratada e reaproveitada no desenvolvimento desta cultura.

Introdução

O desenvolvimento do saneamento ambiental é consequência direta das atividades de produção do homem em seu meio. O aumento das necessidades e anseios da sociedade moderna industrializada reflete-se no aumento de materiais descartados sob a forma de esgotos e lixo. Portanto, soluções para os efeitos do acúmulo de materiais indesejáveis são prementes e devem ser duradouros.

Neste processo interativo entre caatinga, agricultura e resíduos provenientes das cidades, consideram-se a avaliação emergética no planejamento da integração do sistema produtivo em ciclos de sucessão ecológica, produção econômica e organização social, na busca de uma agricultura com objetivo de restabelecer o equilíbrio ecológico e social do sistema agrícola visando proporcionar melhor qualidade de vida para a humanidade e a preservação da vida no planeta.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Este trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento do algodão colorido (*Gossypium hirsutum* L.) irrigado com água residuária tratada, como também a sua avaliação emergética frente à problemática social e econômica que envolve o sistema da cultura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as características químicas e microbiológicas do solo antes e após a aplicação das águas residuárias tratadas;
- Avaliar as qualidades físico-químicas das águas no experimento;
- Diagnosticar os parâmetros emergéticos envolvidos na produção do algodão colorido;
- Desenvolver os diagramas ecossistêmicos representativos da produção agrícola do algodão colorido;
- Construir planilhas de valores emergéticos oriundos dos fatores envolvidos na produção;
- Analisar as questões sociais, ambientais e econômicas da produção do algodão colorido utilizando a metodologia emergética e propor soluções.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O ALGODÃO NO BRASIL

O Algodão Colorido foi desenvolvido pelos incas e astecas há 4500 anos atrás, bem como por outros povos antigos das Américas, Ásia, África e Austrália. (IAC RECORDER 1993). Já foram identificadas 39 espécies silvestres de algodão com fibras coloridas. Na maioria dessas espécies primitivas o algodão possui fibras coloridas, principalmente na tonalidade marrom (ENDRIZZI et al., 1984).

No Brasil e em outros países da América do Sul e América Central, algodoeiros são encontrados em estado selvagem ou semi-selvagem, às vezes encontrados em quintais de casas e de fazendas. São conhecidos como algodões "ganga", "pêlo de macaco" e pertencem às espécies *G. barbadense* e *G. mustelinum*, porém alguns tipos de *G. hirsutum* também apresentam fibras de cor. (FREIRE et al., 1997; VREELAND, 1999).

Estes algodoeiros foram preservados em bancos de germoplasma da Embrapa Algodão, em Patos-PB, desde 1984. A partir de 1989, foi iniciado o trabalho de melhoramento genético. O melhoramento de plantas pelo homem surgiu há cerca de 9000 anos (LAWRENCE, 1967), sendo que as metas do melhoramento vegetal são múltiplas, variando com o clima, espécie ou cultura, cultivo, fatores econômicos e de outras naturezas.

Atualmente, as fibras de cor têm despertado interesses no resgate de trabalhos artesanais de fins sociais e mesmo para alguns mercados restritos e especializados em produtos naturais, além do interesse de outros países como, por exemplo, o Japão, em adquirir esse tipo de fibra (FREIRE, 1999). Compreendendo que os maiores produtores de algodão no mundo estão a China, EUA, Uzbequistão, Paquistão e Índia e os maiores consumidores são China, Índia, EUA, Paquistão e Turquia. Os maiores importadores são Indonésia, Coréia do Sul, Austrália, Síria e Grécia (AGRIANUAL, 2000).

O melhoramento do algodoeiro de fibra colorida se torna fundamental com ferramenta para a viabilização de sua produção, na agricultura familiar. Essa forma de organização de agricultura vem se posicionando como um importante setor na economia de regiões menos desenvolvidas, mais pobres. A produção de vestimentas com o algodão colorido se tornou uma fonte de renda para esses agricultores de baixa renda. Mas a viabilidade deste sistema produtivo esbarra na pouca produtividade deste algodoeiro, e na qualidade de sua fibra. É neste sentido que o melhoramento poderá contribuir para o desenvolvimento de cultivares de algodoeiro colorido com características agronômicas e de fibras melhores, aumentando assim a rentabilidade desses agricultores.

O mercado para o algodão colorido ainda é restrito, sendo o produto consumido por pessoas alérgicas a corantes sintéticos, grupos ambientalistas e ONG's que desenvolvem trabalhos com agricultura orgânica, dentre outros. Os preços obtidos com o algodão colorido no mercado internacional variam de US\$ 1,84 a US\$ 3,35/kg de fibra marrom, o que propicia maior margem de lucro aos produtores, quando comparado com o algodão de fibra branca, que alcança preços médios de US\$ 1,65/kg de fibra (LOPES,2005).

3.2 DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO ALGODOEIRO

O algodoeiro pertence ao grupo de plantas dicotiledoneas, família Malvaceae e tem como nome científico, *Gossypium hirsutum* L. À raça *Latifolium Hutch*, pertence o algodoeiro "herbáceo" e à raça *Marie Galante Hutch*, pertence o algodoeiro "arbóreo". O *Gossypium barbadense*, var brasiliense, o Rim-de-Boi, também é enquadrado como "arbóreo". As cultivares (variedades) diferencia-se quanto ao tamanho da fibra (curto, médio, longo), ciclo curto (120-140 dias); ciclo longo (150-180 dias), porte alto ou baixo, resistência ou susceptibilidade a doenças, entre outras características, (EMBRAPA, 2003).

Em países de língua inglesa o algodão é conhecido como cotton e naqueles de língua espanhola como *algodón*; IAC, ITA, CNPA, SICALA, CODETEC, EPAMIG, são designações de algumas cultivares exploradas economicamente. A cultura do algodão é conhecida como *cotonicultura*.

O algodoeiro é uma planta ereta, anual ou perene, dotada de raiz principal cônica, pivotante, profunda, e com pequeno número de raízes secundárias grossas e superficiais. O caule herbáceo ou lenhoso tem altura variável e é dotado de ramos vegetativos (4 a 5 intraxilares, na parte de baixo), e ramos frutíferos (extraxilares, na parte superior). As folhas são pecioladas, geralmente cordiformes, de consistência coriácea ou não e inteiras ou recortadas (3 a 9 lóbulos).

Entretanto, podemos observar a morfologia do algodoeiro através da Figura 1, a seguir, onde as flores são hermafroditas, axilares, isoladas ou não, cor creme nas recém-abertas (que passa a rósea e purpúreo) com ou sem mancha purpúrea na base interna. Elas se abrem a cada 3-6 dias entre 9-10 horas da manhã. Os frutos (chamados "maçãs" quando verdes e "capulhos" pós abertura) são cápsulas de deiscência (abertura) longitudinal, com 3 a 5 lojas cada uma, encerrando 6 a 10 sementes.

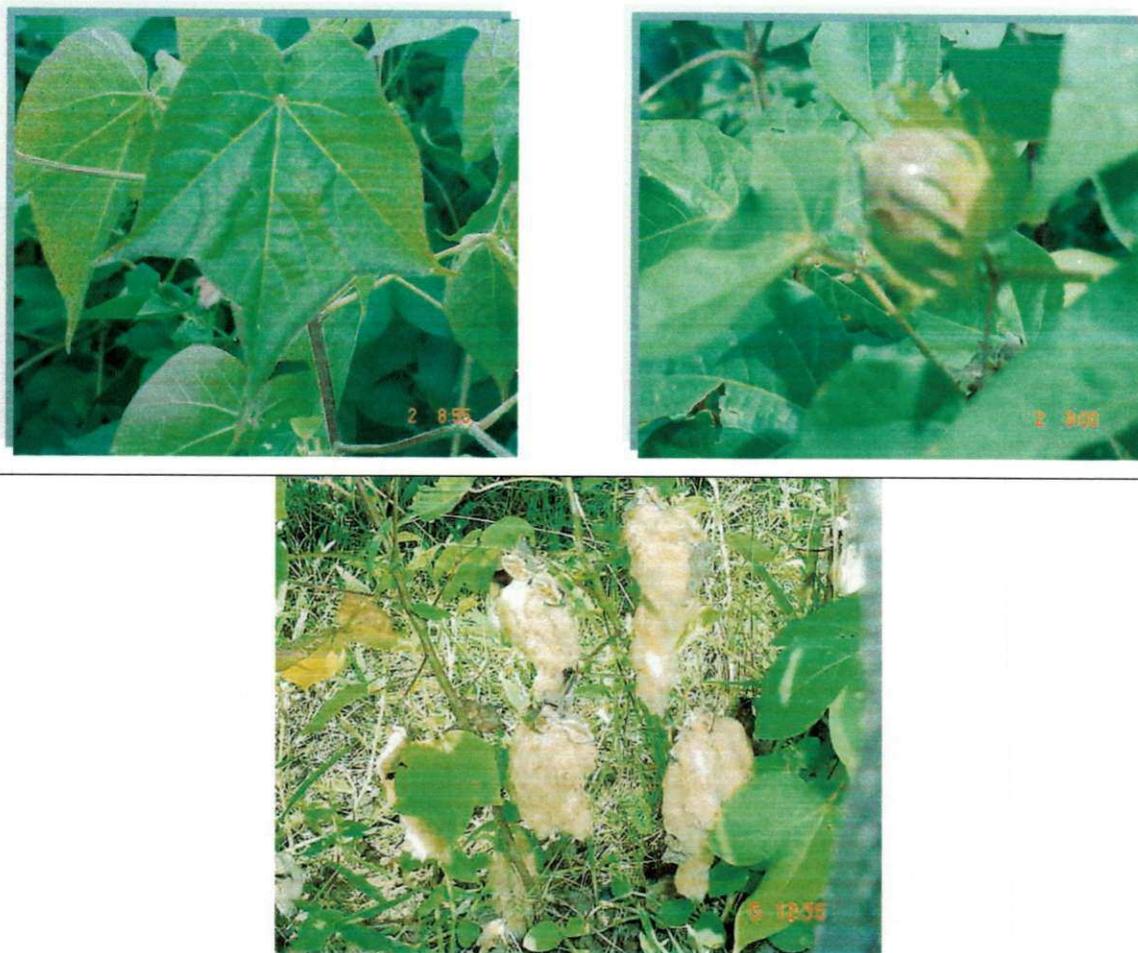


Figura 1. Descrição morfológica do Algodão Colorido (BRS – 200)

As sementes são revestidas de pêlos mais ou menos longos, de cor variável, (creme, branco, avermelhado, azul ou verde) que são fibras (os de maior comprimento) e linter (os de menor comprimento e não são retirados pela máquina beneficiadora – o Mocó não mostra linter). As fibras provêm das células da epiderme da semente e tem como características comerciais, *comprimento, finura, maturidade, resistência*, entre outras.

3.3 CLIMA E SOLO NA CULTURA DO ALGODÃO

Clima: O algodoeiro é uma planta de clima tropical; algumas cultivares podem desenvolver-se em regiões de temperatura amena. A planta também cresce em regiões semi-áridas.

Exige umidade no solo para germinação da semente, para o início do desenvolvimento da planta e notadamente para o período que vai da formação dos primeiros botões florais ao início da abertura dos frutos (35 a 120 dias do ciclo de vida); encharcamento do solo, em qualquer fase da vida, provoca avermelhamento, perda de frutos e redução da produção. Insolação (luminosidade) é importante para a planta na maior parte do ciclo (150 a 180 dias). Muito calor + muita luminosidade + regular umidade no solo são imprescindíveis para desenvolvimento / produção do algodoeiro.

A planta requer, em geral, os seguintes níveis:

Chuvas: precipitações anuais entre 500 mm. e 1500 mm. distribuídas ao longo do ciclo; a partir de 130 dias deve existir tempo relativamente seco para abertura dos frutos e boa qualidade do algodão. A média mensal de temperatura deve estar acima de 20°C e abaixo de 30°C (25°C como um possível ótimo) umidade relativa do ar em 70% e insolação em 2:500 horas luz/ano (em torno de 6,5 horas/dia como mínimo).

Solos: devem ser profundos (2 m ou acima) porosos, bem drenados, textura média, ricos em elementos minerais (N, P₂O₅, K₂O, MgO) e pH entre 5,5 e 6,5. O terreno deve apresentar declividade abaixo de 10% e não deve estar acima de 1.500 m de altitude.

Devem-se evitar plantios em terrenos arenosos (por fácil erosão, por baixa retenção de água e nutrientes), em solos de recém derrubadas, nos sujeitos a encharcamento, e naqueles com lençol de água superficial. A planta do algodoeiro é extremamente exigente em oxigênio no solo o que reforça a necessidade de solos profundos e porosos para o seu cultivo.

O algodoeiro herbáceo é uma planta de origem tropical e subtropical, necessitando para obtenção de fibras de alta qualidade e boa produtividade, de condições climáticas favoráveis com dias ensolarados, nebulosidade inferior a 30%, temperatura média do ar superior a 20°C e umidade relativa do ar em torno de 60%. As precipitações pluviométricas devem estar entre 500 e 1800

mm. A regularidade das chuvas é importante nas fases de floração, crescimento e desenvolvimento dos frutos.

A disponibilidade de radiação solar é fator de grande importância para a abertura dos frutos (AMORIM NETO, 1992). O algodoeiro herbáceo é teoricamente exigente no que se referem ao solo (GRIDI-PAPP, 1992), preferindo aqueles de textura média, profundos, ricos em matéria orgânica, permeáveis, bem drenados e de boa fertilidade; no entanto, trata-se de uma cultura de larga adaptação, no que se refere às condições edáficas, podendo ser cultivada em diversos tipos de solo de características físicas adversas e menos férteis, desde que sejam efetuadas as devidas correções, de forma que passem a apresentar características suficientes para atender às necessidades básicas ao seu pleno desenvolvimento (GARCIA-LORCA, 1991).

As necessidades hídricas do algodoeiro variam com os estádios fenológicos, em função do desenvolvimento da sua fitomassa, apresentando um mínimo no estágio inicial, após a emergência, e um máximo, no estágio de floração. O consumo hídrico do algodoeiro durante o seu ciclo varia em função da cultivar, das práticas culturais, da disponibilidade de umidade no solo e da demanda atmosférica, exibindo considerável variação pra diferentes níveis de umidade (GRIMES, 1990).

Um fator determinante na economia de trabalho, água e energia em áreas irrigadas, é a determinação da época de supressão das irrigações, de forma a não comprometer o rendimento nem a qualidade da fibra do algodoeiro, que além de promover o amadurecimento fisiológico precoce das plantas, antecipa a queda de folhas e, no caso da colheita mecânica, pode até mesmo dispensar o uso de desfolhantes (OLIVEIRA, 1987). Esses autores observaram que a supressão das irrigações no início da floração: 20, 40 e 60 dias após, apresentou efeito significativo sobre o rendimento do algodão, com valores médios de 1438, 2778, 3604 e 3709 kg/ha, respectivamente.

Segundo Oliveira (1992), estudando o efeito da época da última irrigação no algodoeiro herbáceo, utilizando o sistema de irrigação por sulcos, observou que os melhores rendimentos foram obtidos, quando as irrigações foram suspensas entre 80 e 110 dias, após a germinação, não havendo, entretanto, diferenças significativas nos resultados. Tais resultados indicam que interromper a aplicação de água quando a cultura estiver com os frutos maduros, favorece a antecipação da abertura das maçãs, sem comprometer o rendimento da lavoura.

3.4 NUTRIÇÃO DO ALGODOEIRO

O Algodoeiro apresenta uma notável extração de elementos nutritivos do solo, com variações em função da variedade, do clima, da capacidade produtiva e da fertilidade do solo, entre outras (CARVALHO, 1999). A absorção de nutrientes é variável de acordo com a idade da planta do algodão (Quadro 1). Na fase de estabelecimento das plantas há maior absorção de fósforo, magnésio, enxofre e ferro.

Na fase dos primeiros botões florais e formação das primeiras flores, o nitrogênio, potássio, cálcio e o enxofre são absorvidos com maior intensidade; já na fase da floração plena e de formação das primeiras maçãs, há maior absorção de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, enquanto durante o período de maturação e abertura dos primeiros capulhos o fósforo, potássio, magnésio e o ferro são os elementos absorvidos com maior intensidade (FRYE 1990), podemos observar através da Quadro 1, a seguir.

Quadro 1. Absorção de nutrientes durante o ciclo do algodoeiro e extração total para produzir uma tonelada de fibra por hectare.

% DO ELEMENTO ABSORVIDO								
Dias	Etapa de Cultivo	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
1-20	Estabelecimento	4	5	32	34	13	6	15
21-60	Botões Florais	46	36	47	44	32	47	24
61-100	Flores/Capulhos	29	30	29	31	23	26	28
101-40	Mat.e Abertura-Capulhos	16	25	17	17	27	16	24
Extração total (kg/ha)		180	34	160	105	36	29	9

Fonte: Frye (1990)

NUTRIÇÃO: Os seguintes nutrientes são importantes para o algodoeiro:

pH: Certamente o pH da água de irrigação não tem afetado significativamente no pH do solo, por causa do seu poder de tamponamento, que é o equilíbrio entre a acidez ativa e a de reserva. Se houver remoção dos íons hidrogênio da solução do solo haverá uma compensação ou equilíbrio a partir da acidez de reserva. A resistência à mudança na concentração dos íons hidrogênio (pH) da solução do solo fica, por conseguinte, estabelecida. (BRADY, 1989).

Assim, não é de se esperar efeito direto do efluente no pH do solo, mesmo com a ocorrência de (HCO_3^-) na água residuária. No entanto, existe a possibilidade dessa alcalinidade, associada às altas concentrações de (Na^+) e (CO_3^-) em águas alcalinas, ocasionando aumento do valor de pH do solo (BOUWER, 1987).

De acordo com Vasques-Montiel et al., (1996) verificaram diminuição no pH em solo cultivado com milho e irrigado com água residuária tratada. Os autores sugeriram que essa queda no pH do solo foi devido à nitrificação, uma

vez que esse efeito foi incrementado mediante a adição de fertilizante nitrogenado mineral (sulfato de amônia).

Segundo Falkiner (1997), não somente observaram aumento no valor do pH de solos irrigados com água residuária, mas também verificaram uma diminuição do teor de alumínio trocável, devido ao aumento dos cátions trocáveis no solo (Ca, Mg, K e Na) e da alcalinidade, adicionados por esse tipo de água.

Apesar da água residuária tratada contribuir para a elevação do pH do solo, tanto na camada superficial como no subsolo (SMITH et al., 1997; AL-NAKSHABANDI et al., 1997), particularmente em solos que receberam aplicação de efluente por vários anos, este aumento de pH tem sido muito pequeno, da ordem de 0,1 a 0,8 unidades. Desse modo, os efeitos do aumento do pH do solo mediante a adição de efluentes de esgotos em solos ácidos, de baixa fertilidade natural, têm sido desprezíveis e de pouca importância prática com relação à disponibilidade de nutrientes (SPEIR et al., 1999).

O aumento do pH do solo pelo uso da água residuária tratada tem sido atribuído a diversos fatores: alto pH do efluente; aumento da reserva alcalina; à adição de cátions trocáveis e de ânions oriundos do esgoto tratado (FALKINER, 1997); ao aumento do processo de desnitrificação do (NO_3^-) em solos irrigados com efluentes (FRIEDEL et al., 2000), onde ocorre consumo de um mol de (H^+) para cada mol de (NO_3^-) desnitrificado a (N_2) (BOLANOS et al., 1993); à adição de resíduos orgânicos no solo que, em função do processo de descarboxilação de ânions orgânicos e a desaminação dos aminoácidos, ocorre no consumo de prótons.

Nitrogênio (N): aquele que o algodoeiro retira em maior proporção do solo, promove o desenvolvimento da planta, inclusive na floração, no comprimento/resistência da fibra. Sua deficiência é mostrada por pequeno número de folhas na planta, amarelamento (clorose) notadamente de folhas velhas, plantas com porte reduzido. É fundamental no desenvolvimento da planta, principalmente dos órgãos vegetativos. Doses adequadas estimulam o

crescimento e o florescimento, regularizam o ciclo da planta, aumentam a produtividade e melhoram o comprimento e resistência da fibra; e doses elevadas aumentam o desenvolvimento vegetativo em detrimento da produção e formação tardia da carga do algodoeiro (STAUT, 2001).

Para maximizar o aproveitamento do nitrogênio e reduzir as perdas da amônia pela volatilização propiciada pela lixiviação devido à mobilidade desse elemento no solo, emprega-se a prática do parcelamento (LACABUENDÍA, 1997).

A adubação nitrogenada de cobertura deve ser realizada até 55-60 dias após a emergência das plantas de cultivares de ciclo tardio, dividida em, no máximo, duas aplicações. Aplicações mais tardias, além de não resultarem em maior produtividade, podem induzir maior crescimento vegetativo e alongar o ciclo da planta Azevedo, (2005). De acordo com EMBRAPA (1997), o algodoeiro, até a floração e o aparecimento das maçãs, absorve apenas 20 a 35% da quantidade total de nitrogênio de que necessita.

De acordo com Oliveira (1992), em pesquisa realizada em Palotina - RS, objetivando o efeito da adubação nitrogenada com sulfato de amônia sobre a produtividade do algodão, submetem a cultura a dosagem de 50kg/ha de (N) e verificaram que a adubação proporcionou maior produtividade do algodão em caroço que a testemunha.

Segundo Pereira et al. (2003) desenvolvendo um trabalho em Barbalha (CE) com objetivo de determinar o efeito de doses crescentes de adubação nitrogenada sobre algumas características agrônomicas e tecnológicas da fibra da linhagem CNPA 97-2865 e concluíram que o rendimento do algodão em caroço, a altura da planta e o peso do capulho variaram linearmente como os níveis crescentes de adubação nitrogenada e que a percentagem e as características tecnológicas da fibra não foram afetadas pelos diferentes níveis de adubação.

Uma quantidade excessiva de nitrogênio estimula o crescimento vegetativo com prolongamento do ciclo do algodoeiro, o que nem sempre é desejável, principalmente em regiões onde podem ocorrer chuvas durante a colheita ou ataques tardios de pragas e/ou doenças. Nesse sentido Frye et al., (1990), comentam que o excesso de nitrogênio produz plantas vigorosas, porém com pouca frutificação e abertura tardia e irregular dos capulhos. Além disso, elevadas doses de nitrogênio podem ocasionar maior queda de botões florais, sem afetar o rendimento final do algodoeiro.

No entanto, em solos com deficiência de potássio pode ocorrer queda de rendimento de algodão em caroço, em função da adubação nitrogenada, caso a deficiência de potássio não seja corrigida, concluindo-se que, em solos com problemas de fertilidade, o efeito positivo do nitrogênio somente se manifesta com uma adubação completa e balanceada.

Em plantas deficientes em (N) há um decréscimo marcante no número de sementes por capulho, redução na velocidade de floração e no teor de proteína das sementes, porém a percentagem de línter parece aumentar quando o suprimento de (N) é baixo, enquanto o comprimento da fibra aumenta ligeiramente, quando o nível de nitrogênio é mais elevado (MALAVOLTA et al., 1979).

Fósforo (P_2O_5): concentra-se nas folhas e frutos principalmente; é responsável por boa polinização, por frutificação, maturação e abertura dos frutos e formação/crescimento de raízes. Sua deficiência atrasa o desenvolvimento, reduzem frutificação, folhas escuras, fibras com baixa qualidade e manchas ferruginosas nos bordos da folha.

O fósforo tem importante papel no crescimento inicial da raiz e, em consequência, sobre a implantação, o enraizamento, o vigor da planta e a precocidade da cultura (VIVANCOS, 1989). É um dos nutrientes menos absorvidos pelo algodoeiro, mas quando em déficit na planta a produção cai substancialmente (PASSOS, 1980).

O fósforo favorece a maturação dos capulhos e eleva a produção do algodoeiro. Entretanto, o efeito desse nutriente sobre o tamanho do capulho, o peso da semente, a percentagem de linter e sobre o comprimento da fibra, parece ser pequeno ou nulo; diretamente, pois indiretamente, o fósforo participa das reações de transferência de energia metabólica, envolvida em todos esses processos (EMBRAPA, 1997). Segundo Rodríguez et al., (1991) o fósforo faz com que os capulhos sejam de maior tamanho e mais pesado, além de favorecer a abertura dos mesmos.

Potássio (K_2O): o potássio participa direta ou indiretamente na fotossíntese e respiração, no transporte de alimentos na planta. Aumenta tamanho das maçãs, peso do capulho e das sementes e promove qualidade das fibras do algodão. Clorose entre as nervuras das folhas do "baixeiro" (que evolui a bronzeamento) é sinal de deficiência de potássio.

A deficiência do potássio no algodoeiro tem ocorrido mesmo em solos com alto teor de (K), e está relacionada ao uso de variedades altamente produtivas, de rápida maturação, com menor capacidade de armazenar (K) antes do florescimento; ao decréscimo da atividade radicular durante a frutificação; a mudanças nas práticas culturais (aumento no uso do N e reguladores de crescimento); à baixa disponibilidade aliada à fixação de (K) no solo e ao estresse hídrico (CHANG et al., 1995). O potássio é importante para o desenvolvimento e a qualidade da fibra (CASSMAN et al., 1990) e é o nutriente mais abundante na sua composição (KAFKAFI, 1992).

A deficiência de potássio resulta em menor deposição de celulose na parede secundária das fibras, causando decréscimo na maturidade, *micronaire*, alongamento, comprimento, perímetro e uniformidade; decréscimo na produção de fibras, peso de sementes e maçãs; a produção de fibras mortas, imaturas, que não colorem durante o tingimento (THOMPSON, (1999).

De acordo com Thompson (1999), cerca de 65% do potássio exigido é absorvido (até 5,6 kg/dia) entre o início da floração e a maturidade. Sabe-se que com a ação do potássio na folha aumenta a atividade assimiladora e,

particularmente, a síntese do carbono. Na sua falta, a fotossíntese diminui e a respiração aumenta. É um elemento muito móvel e distribuí-se por toda a planta; é catalisador da passagem de aminoácidos a proteína e diminui a susceptibilidade da planta a doenças (PASSOS, 1977).

Cálcio (Ca): bastante exigido pelo algodoeiro; é importante para a utilização do (N) pela planta, para crescimento e germinação da semente. Murchamento de folhas com curvatura e colapso dos pecíolos que mostram a deficiência de cálcio.

Magnésio (Mg): é pouco exigido pela planta; sua deficiência é mostrada por amarelecimento entre as nervuras que evolui para vermelho púrpura (folhas mais velhas), o que indica deficiência de magnésio.

Enxofre (S): é requerido continuamente pelo algodoeiro; é importante para aparecimento/desenvolvimento dos botões florais.

Como micronutrientes importantes destacam-se: boro (para flor, frutos), manganês (folhas do ponteiro), zinco (folhas novas), molibdênio, ferro, cloro, cobre.

Calagem (correção do solo): Com antecedência hábil ao plantio (120 dias) devem-se retirar amostras de solo da área de plantio, enviar para laboratório de solos para obtenção de resultados de análise e recomendações para aplicação de corretivos de solo (calcários, outros) e adubos em geral. Caso haja necessidade de uso de calcário aplicar metade da dose antes da aração e a segunda metade antes da 1ª gradagem. Se o teor de magnésio estiver acima de 1,0 meq./100cm³ não há necessidade de usar calcários magnesianos ou dolomíticos; o calcário deve ter PRNT em 80 ou acima. Calcários dolomíticos e magnesianos fornecem cálcio e magnésio.

3.5 A CULTURA DO ALGODÃO COLORIDO (BRS - 200)

O cultivo do algodão colorido BRS-200 marrom, derivado do algodoeiro arbóreo mocó (*Gossypium hirsutum* L. raça marie galante Hutch). A cultivar em consideração é perene e pertence à espécie mocó do Brasil, sendo formada por três linhagens fenotipicamente semelhantes, selecionadas para cor de fibra marrom, maior produtividade (média de 60% a mais do que o mocó CNPA 5M), precocidade (13% maior que a CNPA 5M) e de boa qualidade intrínseca da fibra.

No Nordeste, já foram desenvolvidas 11 cultivares de algodão branco. A empresa de pesquisa – Embrapa Algodão situada em Campina Grande, tem investido no algodão colorido como produto diferenciado para a região. Pioneira no desenvolvimento do algodão colorido no país, a Embrapa lançou a primeira cultivar, BRS-200 Marrom, em 2000. A BRS Verde foi colocada no mercado em 2003 e BRS Safira e BRS Rubi, em 2005. Todas foram obtidas por meio de métodos de melhoramento genético convencional e sua pluma tem tido crescente demanda no mercado. Além de adaptadas às fiações modernas, as cultivares de algodão colorido da Embrapa reduzem os custos de produção para a indústria têxtil e o lançamento de efluentes químicos e tóxicos, por dispensarem o uso de corantes, a seguir podemos observar através das Figuras 2,3 e 4, o algodão em forma de pluma, pronto para a colheita.

Figura 2.A Pluma do Algodão colorido (BRS-200) irrigado com água residuária



Figura 3. O Algodão Colorido (BRS-200) em forma de botão floral.

Figura 4. O Algodão Colorido (BRS-200) em pluma no meio ambiente



A população original da cultivar BRS-200 Marrom, tem natureza genética complexa, pois deriva do mocó que é uma introgressão genética de três espécies de algodão (EMBRAPA, 2003). A cultivar BRS-200 Marrom, lançada no ano de 2000, é a primeira cultivar brasileira possuidora de fibra

colorida e recomendada para o plantio de sequeiro ou irrigado no Nordeste Brasileiro. Ver a Figura 5, a seguir:

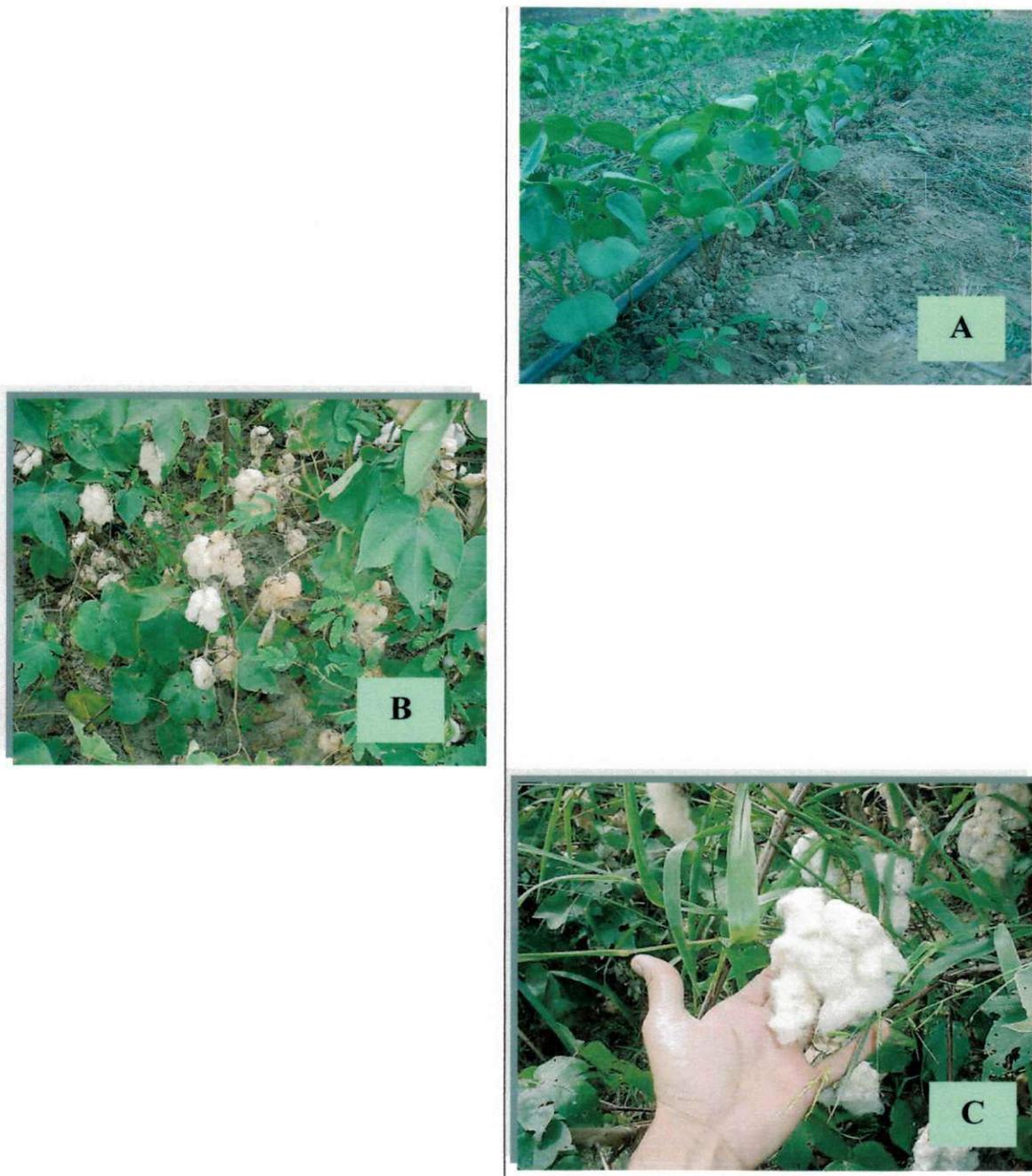


Figura 5. A Cultivar BRS-200 do Algodão Colorido - Marrom em suas fases de desenvolvimento: Germinação (A), Crescimento (B) e Produção da pluma(C).

A cultivar BRS-200 provém de seleção genealógica em populações do algodoeiro arbóreo e mocó (*G. hirsutum* L. raça *marie galante* Hutch.) tendo natureza genética complexa: é alotetraplóide ($2n=4x=56$), com genomas A e D de tamanhos diferentes, formada por uma introgressão genética do *G. Barbadense* L. no *G. hirsutum* e possivelmente o *G. mustelinum*, cujo centro de origem é o Nordeste brasileiro (BOULANGER, et al., 1966, MOREIRA, et al., 1994 e FREIRE, 2000), citado por (EMBRAPA, 2003). Na verdade, é polihíbrido natural, adaptado ao ambiente semi-árido do Nordeste, apresentando até mesmo depressão endogâmica ao ser autofecundado, evidenciando a heterose, das populações hibridadas e apresentando elevado polimorfismo, com tipos estéreis folhas de espinafre e outras anormalidades genéticas comuns em descendência híbrida.

A reutilização de efluentes tratados na irrigação de culturas agrícolas, ao invés de descarregá-los nos cursos d'água, tem sido uma alternativa popular e atrativa (BOND, 1998) e tem tido uma rápida expansão recentemente (BALKS et al., 1998) por várias razões, nos locais onde culturas necessitam ser irrigadas e os recursos hídricos são escassos, como é o caso de regiões semi-áridas, os efluentes têm sido uma fonte suplementar d'água para sustentabilidade da agricultura irrigada (AL-JALOUUD et al., 1995).

Segundo Feigin et al., (1984) a irrigação por gotejamento, com efluente de esgoto, pode ser utilizada com sucesso no algodão, mas deve-se ter o cuidado de adequar o período de irrigação para evitar o excesso de crescimento das plantas. Na atualidade uma das grandes preocupações da humanidade refere-se ao uso racional dos resíduos de esgotos domésticos, a água residuária, que é rica em vários nutrientes e pode ser com alguns cuidados, como a monitoração do solo, utilizada como fonte de água de irrigação, tendo assim um destino de elevada utilidade para a sociedade.

Sendo assim, o uso de água residuária doméstica tratada em irrigação é uma fonte alternativa de água e nutrição para as culturas irrigadas

no Nordeste, como ressaltam Sousa (2002). Para se evitar problemas de contaminação com coliformes fecais e outros microorganismos, o uso de culturas que não sejam diretamente comestíveis pode ser uma saída para o uso da água de esgotos, como é o caso do algodão.

O nitrogênio tem sido o elemento mais importante para a produção do algodão, já que, em quantidades baixas ou altas, a maioria dos solos necessita da adição de fertilizantes nitrogenados para a obtenção de rendimentos satisfatórios. A combinação de uma taxa relativamente alta de água e de nitrogênio, ambos do efluente de esgoto tratado, foi responsável pelo aumento da produção de algodão. O Nitrogênio influencia tanto a taxa de expansão quanto à divisão celular, determinando, assim, o tamanho final das folhas, o que faz com que o nitrogênio seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa.

Um acréscimo no suprimento de nitrogênio estimula o crescimento, atrasa a senescência, e muda a morfologia das plantas, e, além disso, o aumento nos níveis de adubação nitrogenada causa um aumento significativo no conteúdo de clorofila das folhas (FERNÁNDEZ et al., 1994). O nitrogênio está relacionado ao crescimento e ao desenvolvimento reprodutivo da planta e quando em excesso pode estimular um crescimento exagerado da planta, alongando o ciclo, diminuindo a eficácia dos tratamentos fitossanitários e dificulta a colheita mecânica, como também de acordo com Azevedo (2005), nas maiores taxas de aplicação de efluente pode haver maior período vegetativo, excesso de crescimento e diminuição na produção de linter, devido ao excesso de nitrogênio e à aplicação de água.

Do nitrogênio total existente nas águas residuárias, aproximadamente 40% está na forma de amônia e 60% na forma orgânica, e em geral, o nitrogênio apresenta-se para estas águas na forma de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitratos, nitritos e nitrogênio gasoso, o nitrato é a forma de

nitrogênio mais preferida a ser absorvida pelas plantas, por ser pouco tóxico aos vegetais, e poder circular em maior concentração em sua seiva.

Para tanto, tem-se buscado estabelecer práticas de cultivo que permitam viabilizar sua exploração sob técnicas racionais e econômicas. Neste aspecto, apesar do avanço já alcançado, ainda são necessárias informações mais específicas sobre o manejo da cultura, incluindo neste processo, a utilização de águas residuárias.

4. APLICAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA

A água é um recurso cada vez mais escasso, seja pelo crescimento populacional, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta, especialmente pela poluição dos mananciais. Uma reserva de água limpa é uma exigência essencial para o estabelecimento e manutenção de uma comunidade saudável. Não só age como uma fonte de água potável, mas também provê valiosos suplementos de comida para apoiar o crescimento da vida aquática, e também por seu uso para irrigação na agricultura. Apesar de sua importância, geralmente os leitos não são respeitados e vários tipos de dejetos são jogados em seus cursos d'água ao longo de todo o mundo como dejetos domésticos e industriais (HORAN, 1990).

Conseqüentemente, o preço teórico da água tende a elevar-se. No contexto de escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada aos problemas de qualidade da água, surge, como alternativa potencial de racionalização, a reutilização da água para vários usos, inclusive para irrigação. São vários os benefícios agregados na prática de reuso na irrigação, incluindo a recarga do lençol freático e a fertirrigação de diversas culturas, respeitando os limites sanitários e ambientais de aplicação para garantia do nível de qualidade.

Apesar de alguns países já estabelecerem mercados de água, incluindo água de reuso, e do Brasil realizar a prática de reuso em alguns estados, inexistente legislação específica brasileira tratando da temática. Devido à escassez de água na região semi-árida do Nordeste brasileiro, a disposição controlada de água residuária no solo como técnica de pós-tratamento pode ser caracterizada como um método apropriado de disposição final, pois aporta uma série de vantagens como o benefício agrícola, o baixo investimento, o pequeno custo de operação, o baixo consumo de energia e, principalmente, o impedimento de descargas de substâncias poluentes nos corpos de água que, no caso da região semi-árida nordestina, constituem-se de reservas hídricas de aluviões de rios secos que significam praticamente os únicos aquíferos disponíveis para as populações rurais e pequenas cidades (FILHO, 2004).

A utilização de efluente de esgotos domésticos tratados no Nordeste Brasileiro, particularmente para irrigação, pode ser uma alternativa viável. Atualmente, o reuso de águas residuárias de origem doméstica tem conotação negativa para grande parte da população que não conhece os processos de tratamento dessas águas. Entretanto, os sistemas de tratamento de esgotos, quando bem projetados e operados, removem satisfatoriamente constituintes indesejáveis como matéria orgânica biodegradável, sólidos em suspensão e organismos patogênicos (SOUSA et al., 1996).

O reuso planejado de águas residuárias para fins agrícolas significa controlar a poluição, economizar fertilizantes químicos comerciais, poupar a água de melhor qualidade, aumentar a produtividade, promover a agricultura orgânica. Trata-se de uma forma de buscar o desenvolvimento sustentável, objetivando proporcionar melhor qualidade de vida à população. No entanto, quando as atividades agrícolas são exercidas inadequadamente, o meio ambiente poderá sofrer impactos consideráveis, inclusive afetando a qualidade da água superficial.

A complexidade das características dos esgotos exige que estes sejam tratados, a fim de eliminar constituintes que supostamente prejudicam a vida aquática e causam doenças de veiculação hídrica que, principalmente no Nordeste do Brasil, afetam a grande maioria da população. O tratamento de esgotos é uma necessidade coletiva integrada ao exercício dos direitos e deveres da cidadania. Tratar esgotos sanitários é evitar doenças, como disenteria bacilar, paralisia infantil, cólera, gastroenterite, hepatite infecciosa, leptospirose, salmonelose, giardíase, disenteria amebiana, tracoma, escabiose, entre outras. Tratar esgotos é não eutrofizar as águas de superfícies e conservar o meio ambiente; é garantia de qualidade de vida. É um direito do cidadão e um dever do Estado e do Cidadão.

4.1 NUTRIENTES DA ÁGUA RESIDUÁRIA APLICADOS AO SOLO

O emprego dos despejos no solo, invariavelmente, tem por objetivo a melhoria da qualidade do efluente aplicado. Essa melhoria é atingida com a remoção dos compostos orgânicos e inorgânicos contidos nesses efluentes no local de tratamento.

O adequado tratamento visa à reposição de todos os sais minerais (macro e micronutrientes) para o seu armazém natural do meio ambiente (carbono, oxigênio e nitrogênio, na atmosfera; fósforo, potássio, enxofre, além de outros, na crosta terrestre). Esses elementos são posteriormente retirados desse armazém atendendo à dinâmica dos ecossistemas por meio dos ciclos biogeoquímicos, no qual o homem, em determinada escala, pode interferir, administrando o fluxo das matérias produzidas (CAMPOS, 1999).

Os principais nutrientes utilizados pelas plantas são: nitrogênio, fósforo, e o potássio, além de outros igualmente importantes como enxofre, cálcio e magnésio que, devido às suas concentrações na planta, são denominados macronutrientes. Os métodos de aplicação de efluentes no solo,

com o objetivo de tratamento, são muito eficientes na remoção de nutrientes provenientes de esgotos domésticos municipais.

a) NITROGÊNIO

De acordo com Smith et al., (1997) a possível seqüência de mecanismos proposta para a remoção de nitrogênio pelos sistemas de disposição no solo. O nitrogênio em muitos casos, não constitui preocupação para o tratamento, pois é quase completamente eliminado pela vegetação do solo e pela assimilação das bactérias. Com o emprego de esgotos no solo, a incorporação do (N) na vegetação é de (0,02 kg de N/kg) de grama (peso seco), e o restante é lixiviado para o lençol subterrâneo ou perdido para a atmosfera na forma de (N_2) e algum (NH_3) ($pH > 7$), ou ainda consumido pelas bactérias. Segundo a EPA, (Environment Protection Agency) a vegetação forrageira remove, anualmente, resíduos industriais que têm baixa relação de Carbono/Nitrogênio, como, por exemplo, os despejos de laticínios, da industrialização da batata, de frigoríficos e de cítricos, que podem exigir uma maior área de tratamento para a adequada remoção do nitrogênio.

b) FÓSFORO

Conforme Raij et al. (1977), o fósforo é um elemento que formam diversos compostos de baixa solubilidade com o ferro, o alumínio e o cálcio, que são muito abundantes nos solos. Do ponto de vista químico, o fósforo inorgânico combinado com o ferro e o alumínio (fósforo) tornam-se mais solúveis à medida que o pH do solo aumenta. Os fosfatos de cálcio, ao contrário, são mais solúveis a valores de pH mais baixos. O pH ótimo para a maioria das plantas está em torno de 6 (seis).

A planta obtém o fósforo de que necessita da solução do solo. Os teores em solução são muito baixos, de maneira que o fosfato em solução, quando é absorvido pelas plantas, deve ser repostado por meio do fósforo da fase sólida do solo, conhecido como fósforo lábil, (RAIJ, 1983). A maior parte do fósforo do solo que poderá estar disponível para as plantas encontra-se nessa

forma. Mesmo o fósforo adicionado em adubos, ao se dissolver, passa para a fase sólida do solo, convertendo-se, inicialmente, em fósforo lábil. Com o passar do tempo, o fósforo adicionado ao solo passa para a forma não-lábil, de acordo com a Figura 6, a seguir, que não está disponível para as plantas, Raij et al., (1977).

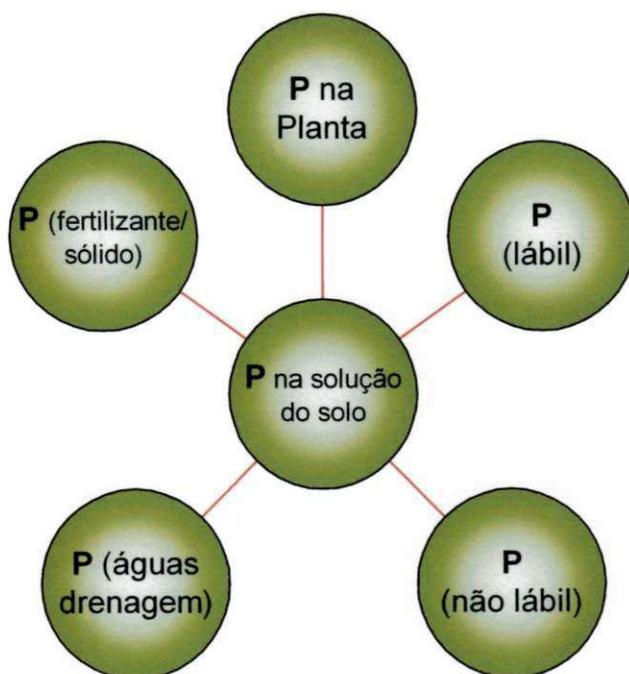


Figura 6. Adaptação do fósforo (P) ao solo para absorção por parte da planta.

c) OUTROS NUTRIENTES

A existência dos nutrientes no solo é praticamente geológica. A fonte original desses sais é constituída pelos minerais primários nele contidos e pelas rochas expostas na superfície do terreno. Durante o processo de intemperização química, que compreende hidrólise, hidratação, dissolução, oxidação e carbonatação, esses constituintes são liberados e solubilizados (CAMPOS, 1999).

Os íons de bicarbonato resultam da dissolução de dióxido de carbono (CO₂) na água, que provém da atmosfera ou das reações biológicas. A água com (CO₂) é um ótimo agente de intemperismo que produz bicarbonatos.

Além da origem geológica, a presença dos sais nos solos pode ser decorrência do transporte e da “contaminação” de uma região para outra e é basicamente efetuada pelas águas subterrâneas e irrigação; sendo recentemente ocasionada pela aplicação de lodo e águas residuárias, domésticas e industriais, nos solos. Não há águas isentas de sais. As irrigações promovem uma entrada contínua de sais no solo, mesmo em regiões úmidas.

4.2 REUSO DE ÁGUA PARA FINS AGRÍCOLAS

A demanda de água para o setor agrícola brasileiro representa 70% do uso consumptivo total, com forte tendência para chegar a 80% até o final desta década. Portanto, antes que o significado que essas grandes vazões assumem em termos de gestão de nossos recursos hídricos, é de extrema importância que se atribua prioridade para institucionalizar, promover e regulamentar o reuso para fins agrícolas, em âmbito nacional.

Durante as duas últimas décadas, o uso de esgotos para irrigação de culturas aumentou significativamente, em razão dos seguintes fatores:

- Dificuldade crescente de identificar fontes alternativas de águas para irrigação;
- Custo elevado de fertilizantes;
- A segurança de que os riscos de saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos, se as precauções adequadas são efetivamente tomadas;
- Os custos elevados dos sistemas de tratamento, necessários para descarga de efluentes em corpos receptores;
- A aceitação sociocultural da prática do reuso agrícola;

- O reconhecimento, pelos órgãos gestores de recursos hídricos, do valor intrínseco da prática.

A aplicação de esgotos no solo é uma forma efetiva de controle da poluição e uma alternativa viável para aumentar as disponibilidades hídricas em regiões áridas e semi-áridas. Os maiores benefícios dessa forma de reuso são os associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (BERNARDI, 2003). Os benefícios econômicos são auferidos graças ao aumento da área cultivada e da produtividade agrícola, os quais são mais significativos em áreas onde se depende apenas de irrigação natural, proporcionada pelas águas de chuva. Um exemplo notável de recuperação econômica, associada à disponibilidade de esgotos para irrigação, é o caso do Vale de Mesquital, no México, onde a renda agrícola aumentou de quase zero no início do século passado, quando os esgotos da Cidade do México foram postos à disposição da região, até aproximadamente 04 milhões de dólares por hectare, em 1990 (CNA, 1993).

Estudos efetuados em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em sistemas de irrigação com esgotos adequadamente administrados. O Quadro 2 a seguir mostra os resultados experimentais efetuados em Nagpur, Índia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas de Engenharia Ambiental (NEERI), que investigou os efeitos da irrigação com esgotos sobre as culturas produzidas, (SHENDE, 1985).

Quadro 2. Aumento da produtividade agrícola ($t/ha^{-1}.ano^{-1}$) possibilitada pela irrigação com esgotos domésticos.

IRRIGAÇÃO EFETUADA	Trigo 8 anos	Feijão 5 anos	Arroz 7 anos	Batata 4 anos	Algodão 3 anos
Esgoto bruto	3,34	0,9	2,97	23,11	2,56
Efluente primário	3,45	0,87	2,94	20,78	2,3
Efluente - ETE	3,45	0,78	2,98	22,31	2,41
Água + NPK	2,7	0,72	2,03	17,16	1,7

Fonte: SHENDE, 1985.

Efluentes de sistemas convencionais de tratamento, tais como lodos ativados, têm uma concentração típica de 15mg/litro de (N) total e 3 mg/litro de (P) total, proporcionando, portanto, as taxas usuais de irrigação em zonas semi-áridas (aproximadamente 02 metros por ano) uma aplicação de (N) e (P) de 300 e 60 kg/ha.ano, respectivamente.

Essa aplicação de nutrientes reduz substancialmente, ou mesmo elimina a necessidade do emprego de fertilizantes comerciais. Além dos nutrientes (e dos microrganismos, não disponíveis em fertilizantes sintéticos), a aplicação de esgotos proporciona a adição de matéria orgânica, que age como um condicionador do solo, aumentando a sua capacidade de reter água (HESPANHOL, 1994).

O aumento da produtividade, no entanto, não é o único benefício, uma vez que se torna possível ampliar a área irrigada e, quando as condições climáticas permitem, efetuar colheitas múltiplas praticamente ao longo de todo o ano (BARTONE et al., 1987).

4.3 PROPAGAÇÃO DE VETORES NA CULTURA

A propagação de mosquitos, moscas e outros insetos causam riscos a saúde pública e resulta em aspectos estéticos indesejáveis. Mosquitos são vetores de muitas doenças: eles surgem devido à existência de alimento abundante colocado à sua disposição e às condições de exposição dos ovos no meio. A existência desta condição é muito mais significativa em sistemas de disposição no solo por métodos de inundação e pode, ocasionalmente, acontecer na aplicação de taxas hidráulicas elevadas quando se utiliza os outros métodos de aplicação no solo.

Conforme Azevedo (2005) se for conhecido o ciclo de reprodução de uma determinada espécie de mosca, convém interromper periodicamente a aplicação do despejo antes de completar o tempo de incubação para cessar

este ciclo, sendo conveniente, a partir daí, a aplicação intermitente do despejo (ciclo de rotação) com períodos de descanso de pelo menos sete dias.

4.4 NORMAS E CRITÉRIOS DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ESGOTOS PARA IRRIGAÇÃO - EVOLUÇÃO DOS PADRÕES

De acordo com Shuval (1986), em análise retrospectiva, observa que a regulamentação para o uso de águas residuárias na agricultura tem refletido, a cada época, o nível de conhecimento sobre os riscos à saúde envolvidos e sobre a eficiência dos processos de tratamento na desinfecção de efluentes. Em resumo, refletem o estado da arte do conhecimento de Microbiologia Sanitária, Engenharia Sanitária e Epidemiologia. Desde a época das "fazendas de esgotos" a preocupação com a saúde pública já se mostrava evidente, por exemplo, no trabalho de George W. Muller, *Broad Irrigation and Sewage Disposal* (1912), em que o autor cita:

Ainda que as evidências não indiquem maiores problemas (...) na defesa dos interesses da saúde pública, vegetais destinados ao consumo humano (...) não devem ser cultivados (SHUVAL, 1986).

Em 1918, o Departamento de Saúde Pública do Estado da Califórnia, EUA, emitiu a primeira regulamentação oficial que se tem conhecimento, na qual o cultivo de vegetais consumidos crus foi proibido. Em 1933, tais cultivos deverão ser permitidos na Califórnia, desde que as águas residuárias constituíssem "efluentes filtrados ou suficientemente oxidados e desinfetados". Além disso, pela primeira vez foi introduzido um padrão-limite para coliformes (CROOK, 1978). Em 1968, os padrões da Califórnia adquirem formato mais detalhado e quase definitivo: a utilização de efluentes parcialmente tratados foi restrita à irrigação de produtos industriais, enquanto para o cultivo de produtos consumidos crus passou-se a exigir um padrão de qualidade de (2,2 coliformes/100mL).

Sendo que para Shuval (1986) argumenta que o caráter bastante restritivo dessa regulamentação pode ter sido motivado por uma precaução exagerada, baseada nas informações disponíveis sobre a sobrevivência de organismos patogênicos em águas residuárias, solos e produtos agrícolas. Adicionalmente, Mara et al., (1989) especulam que um limite tão baixo de coliformes pode ter sido estabelecido de acordo com o potencial de desinfecção inerente à cloração de efluentes.

Em 1971, em um encontro promovido pela OMS, diversos especialistas reconheceram a necessidade de uma abordagem em termos epidemiológicos e sugeriram um padrão de 100 (CF/100mL). Entretanto em meados da década de 1980, estudos promovidos pela OMS sobre o estado real dos riscos à saúde associados com o "reuso" concluíram que as principais evidências referiam-se quase exclusivamente ao uso de esgotos sem tratamento e que as doenças helmínticas constituíam o principal risco.

Atualmente os critérios vigentes, segundo a OMS para a irrigação irrestrita são rigorosos quanto à remoção de helmintos, mais permissíveis no tocante à qualidade bacteriológica e omissos em relação aos vírus e protozoários, sob o argumento de estarem fundamentados em considerações e, mesmo, em evidências epidemiológicas.

Entretanto, os critérios da OMS encontram-se centrados no emprego de lagoas de estabilização e no entendimento de que, neste caso, o padrão (≤ 1 ovo de nematóides/L) serve como indicadores da remoção dos demais organismos sedimentados (outros helmintos e protozoários), enquanto o padrão (≤ 1.000 CF/100ml) é indicativo da inativação de bactérias patogênicas e vírus. Para a irrigação restrita (culturas processadas industrialmente, cereais, forragens, pastagens e árvores) não é exigido sequer padrão bacteriológico. Os grupos de riscos a serem protegidos com a observação dos critérios de qualidade propostos são: na irrigação irrestrita, os agricultores, os consumidores e o público em geral; e na irrigação restrita, os agricultores.

A discrepância entre os exemplos sugeridos espelha a polêmica existente em torno da identificação dos riscos relacionados à irrigação com esgotos. As mesmas “melhores evidências epidemiológicas disponíveis”, nas quais estão baseados os critérios da OMS, são às vezes consideradas por alguns autores como “informações epidemiológicas insuficientes” o bastante para rejeitar o padrão sugerido (SHELEF, 1991).

Desde a publicação das recomendações da OMS, diversos estudos vêm sendo conduzidos no sentido de avaliá-las, tanto do ponto de vista de riscos potenciais como reais à saúde (AYRES et al., 1992; BASTOS et al., 1993; BLUMENTHAL et al; 1996, CASTRO DE ESPARZA, 1990).

O conhecimento sobre os riscos à saúde associados à utilização de esgotos sanitários para irrigação sugere, quanto às recomendações originais da OMS: (i) validação do padrão bacteriológico (10^3 CF/100ml) para irrigação irrestrita; (ii) a propriedade do estabelecimento de um padrão parasitológico mais exigente ($< 0,1$ ovo de helmintos/L) para a irrigação restrita e irrestrita; (iii) a propriedade do estabelecimento de um padrão bacteriológico ($= 10^4$ CF/100ml) para a irrigação restrita (iv) a confirmação da inexistência de justificativas epidemiológicas para o estabelecimento de um padrão explícito para protozoários (BLUMENTHAL et al, 2000).

4.5 PRESENÇA DE COLIFORMES TOTAIS, FECAIS E *Escherichia coli* NA ÁGUA RESIDUÁRIA

O grupo de bactérias coliformes, denominado de coliformes totais (CT) é constituído por vários gêneros da família *Enterobacteriaceae* (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Escherichia* entre outros), que são definidos como bastonetes Gram-negativos, não esporulados, com metabolismo anaeróbio facultativo e que fermentam a lactose em 24-48h, com produção de ácido e gás em temperatura de 35°C a 37°C (APHA, et al., 1995). Assim sendo as bactérias do grupo coliformes vêm sendo utilizadas como

indicadores de contaminação fecal, tanto em solos e água como nos alimentos (CEBALLOS, 1995).

Portanto para Ceballos (1995), essa definição baseia-se no método de quantificação por tubos múltiplos e abrange um grupo bastante heterogêneo de bactérias. Atualmente, os coliformes totais (CT) não são mais utilizados como indicadores de poluição fecal, pois estão presentes na biota normal da água e dos vegetais, podendo se reproduzir nestes ambientes. Os Coliformes fecais (CF) possuem a mesma definição dos coliformes totais (CT), entretanto acrescentam-se características exclusivas do grupo: fermentam a lactose com produção de gás e ácido a temperaturas de $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,5 \pm\text{C}$ em 24 horas (APHA et al., 1995) e possuem enzimas específicas (STANDARD METHODS, 1995-1998). Ver a Figura 7, abaixo patógenos encontrados na água residuária junto também com ovos de helmintos e outros.

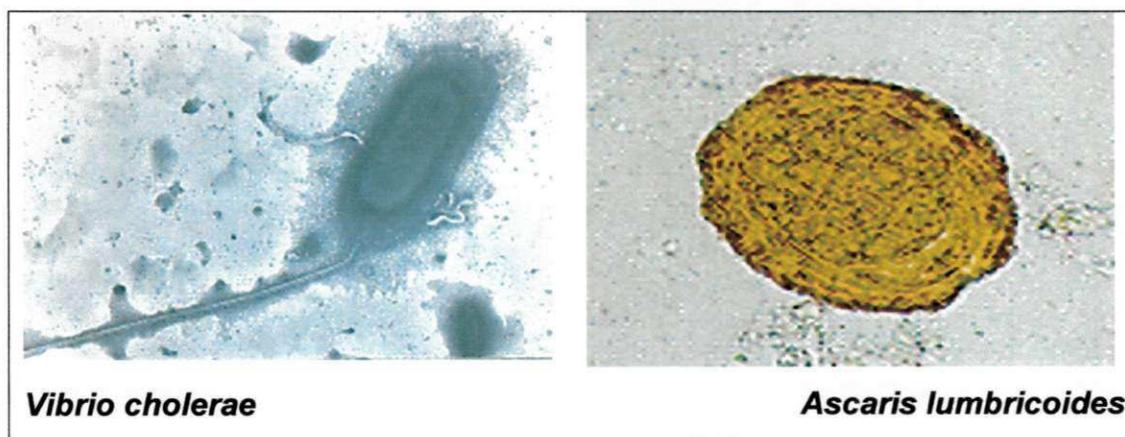


Figura 7. Patógenos encontrados em água residuária

A qualidade sanitária para reuso agrícola está relacionada com os parâmetros microbiológicos. O ser humano excreta aproximadamente de 100 a 400 bilhões de organismos coliformes por dia, além de outros tipos de bactérias. Os coliformes são encontrados no intestino do homem e no de animais de sangue quente, onde vivem saprófitamente, não causando em geral, nenhum dano ao hospedeiro. Esses organismos não são patogênicos e

indicam uma satisfatória contaminação e potencialidade de transmissão de doenças (BRANCO, 1986).

As contaminações por coliformes fecais na água sugerem uma possível presença de microrganismos patogênicos, que causam doenças como febre tifóide, febres entéricas e ainda infecções generalizadas com acesso a corrente sanguínea e a urina (PAGANINI, 1997).

Para contornar a controvérsia da existência de coliformes que não são exclusivamente de origem fecal, vários autores sugeriram a utilização da *Escherichia coli* como indicadora de poluição fecal. A *Escherichia coli* é um organismo presente na flora intestinal humana e de animais de sangue quente e constitui o principal componente do grupo coliforme fecal e foi até 1950, reconhecida como não patogênica (DUFOR, 1977). O mesmo autor afirmou que dos coliformes totais encontrados nas fezes frescas de animais de sangue quente, mais de 90% corresponde a *Escherichia coli* e o remanescente tem sido associado a outras espécies.

Os primeiros padrões adotados para irrigação com águas residuárias foram estabelecidos no Estado da Califórnia (EUA) em 1918 (BASTOS et al., 1993). A Califórnia tem um dos padrões mais rigorosos do mundo: 2,2 coliformes/100ml para culturas consumidas cruas (LEON et al., 1999).

Segundo Esparza et al., (1990) sugerem que para que não se encontre *Salmonella spp* em verduras irrigadas com águas residuárias, o limite de coliformes fecais na água de irrigação deve ser de (10^4 organismos/100ml), valor este considerado muito elevado para culturas a serem ingeridas cruas. Vários estudos foram realizados para obtenção de índices aceitáveis. Em 1989, após analisar o relatório Engelberg, de 1985, a OMS passou a recomendar um padrão de qualidade bacteriológica de (1000 coliformes fecais/100ml) para irrigação sem restrições. Desde a publicação dos critérios da OMS, diversos estudos permitiram o respaldo dos padrões estabelecidos (BISCARO, 2003).

4.6 O MEIO AMBIENTE DA CATINGUEIRA

A Catingueira consiste numa área distante 10 km do centro de Campina Grande-PB, município que possui uma população em torno de 350.000 habitantes e que se situa na região do agreste paraibano, numa área de transição entre a Zona da Mata e o Sertão, na micro-região do Planalto da Borborema. As médias de temperatura do ar são sempre maiores que 24°C (INMET, 2004).

4.6.1 O SOLO DA CATINGUEIRA

Os solos da região são classificados como Neossolos, Planossolos e Vertissolos (CARVALHO, 1982). Entretanto a área experimental é formada por um solo argiloso, com características em pedregulhos o que dificultou a implantação do projeto, além de ser esgrime, facilitando a percolação e deslocamento dos nutrientes da irrigação para o interior do solo, ver Figuras 8 e 9, a seguir. Os solos da catingueira são áridos e secos dificultando a implantação do projeto e o crescimento das plantas.

Figura 8. No período do Verão o ambiente encontra-se extremamente seco, quente com temperatura variando entre 25 e 35°C, e a umidade muito baixa e incidência solar muito ativa. Podemos observar a área do Experimento.

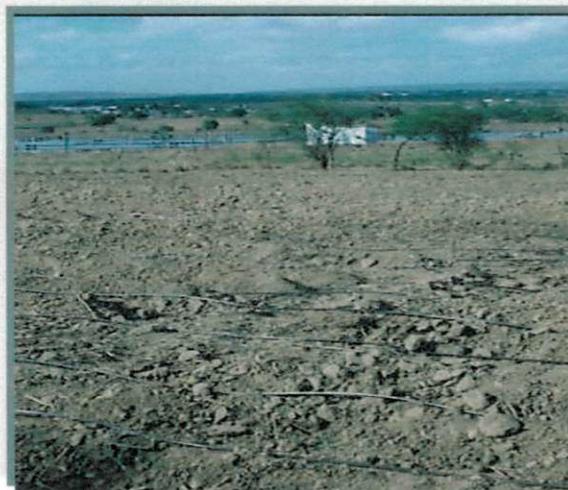




Figura 9. O solo árido e seco dificulta o plantio, retarda o crescimento das plantas e facilita o desenvolvimento de habitats de insetos.

4.6.2 FAUNA E FLORA NO AMBIENTE DA CATINGUEIRA

O Ecossistema da Catingueira por localizar-se em território entre o centro urbano do município e o setor rural, apresenta-se com características diversificadas entre o comportamento de problemas sociais como nos bairros próximos ao grande centro como aspectos rurais, onde parte da população cultiva pequenas áreas de agricultura de subsistência (milho, feijão etc), todas voltadas para o consumo.

A fauna local encontra-se rica pela criação de diversos animais por parte dos moradores e pequenas criações como os mesmos denominam que são (vacas, cavalos, cachorros, galinhas, porcos etc.) e a flora nativa representada pelo xique-xique, mandacaru e grande área verde próximo à saída da ETE-Catingueira, onde é realizado o crescimento do capim, utilizado para alimentar os animais.



Figura 10. Polinização através de insetos



Figura 11. Pássaros utilizam a área para procriar



Figura 12. Diversas plantas compõem o ecossistema



Figura 13. Crescimento da flor do algodão

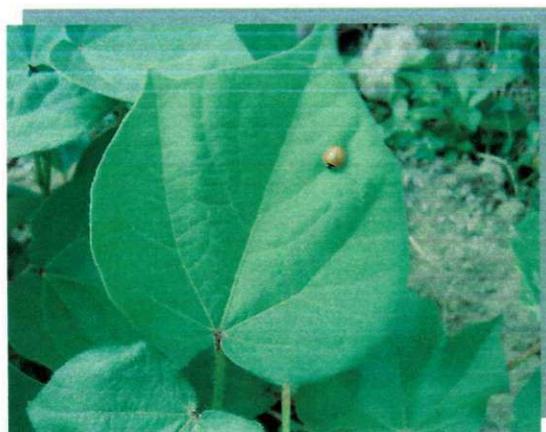


Figura 14. Insetos que compõem a fauna local

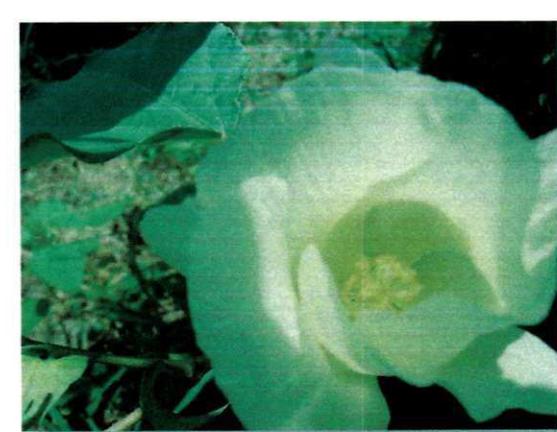


Figura 15. A flor do algodão explode com toda sua beleza e graciosidade

Podemos considerar, portanto que o meio ambiente contribuiu de diversas formas para a realização do projeto, o que evidencia que além dos recursos naturais envolvidos a fauna e flora local é um excelente mecanismo de crescimento vegetal, não só para o algodão, como também diversas outras culturas, como podem observar através das Figuras: 10,11,12,13,14 e 15.

5. A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E A AGROECOLOGIA

O rendimento físico das lavouras e a produtividade do trabalho agrícola realizado pela Segunda Revolução Agrícola em meados do século XX, substituíram os sistemas rotacionais integrados com a produção animal por sistemas especializados com empregos de insumos industriais. Este padrão foi aprimorado após 1945 e consolidaram-se na década de 1970 com a chamada Revolução Verde, que utilizava maciçamente insumos industriais e energia fóssil, como os fertilizantes químicos, os agrotóxicos, os motores de combustão interna e as variedades vegetais de alto potencial produtivo.

Sendo assim resultou em grandes safras, mas que trouxeram em seu rastro uma série de problemas ambientais e sociais como a destruição das florestas e sua biodiversidade, a erosão dos solos, a contaminação dos recursos naturais e dos alimentos. No Brasil, além desses problemas, aumentou-se a concentração de terras e de riquezas provocando um intenso êxodo rural para os grandes centros industrializados (EHLERS, 1996).

A Revolução Verde ocorreu no Brasil no período que coincidiu com o ápice do regime militar, o que agravou mais ainda os problemas sociais. Durante a ditadura, o processo de reforma agrária ficou estagnado e as discussões em torno do tema eram reprimidas pelo governo. Desde a década de 1930, vários grupos de agricultores que valorizavam os processos e potenciais biológicos e a fertilização orgânica dos solos, desafiaram o padrão produtivo convencional e, juntamente ao movimento da contracultura da década de 1970, que questionava os valores consumistas e a industrialização

desenfreada da sociedade, configuraram-se num movimento de agricultura alternativa (EHLERS, 1996).

Ainda de acordo com Ehlers (1996), para as tendências mais radicais, onde se agrupam as organizações não-governamentais, a agricultura sustentável é vista como uma possibilidade de se promover transformações estruturais na economia, na sociedade e nas relações com os recursos naturais, passando pela pesquisa, pelos hábitos de consumo alimentar e pela revisão das relações entre os países do Norte e Sul. Seriam transformações que levariam em conta a democratização do uso da terra, a erradicação da fome e da miséria e a promoção de melhorias na qualidade de vida de centenas de milhões de habitantes.

O desenvolvimento sustentável é um desafio conceitual, teórico e político, novo e relevante, assumido pelos governos das nações do mundo na Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, realizado no Rio de Janeiro em 1992. Procura-se um sistema econômico baseado em recursos renováveis onde, de acordo com Odum (1996), deverá haver ciclos de produção lenta e pulsos de consumo (ORTEGA, 2000).

Algumas características básicas deste novo padrão de agricultura são:

- a) a recuperação e preservação dos recursos naturais, como solo, a água e a biodiversidade;
- b) a diversificação de culturas;
- c) a rotação de culturas e a integração da produção animal e vegetal;
- d) o aproveitamento dos processos biológicos;
- e) a economia dos insumos;
- f) o cuidado com a saúde dos agricultores e a produção de alimentos com elevada qualidade nutritiva e em quantidades suficientes para atender à demanda global.

Vários sistemas que possuem as características acima conseguem equilibrar uma alta produtividade com a conservação ambiental, mas seria precipitado julgar que esses sistemas poderiam substituir, em curto prazo, o papel da agricultura convencional, principalmente quanto ao volume de produção. Além disso, seria ingênuo achar que, repentinamente, grandes levas de produtores substituiriam sistemas rentáveis no curto prazo por sistemas mais complexos do ponto de vista administrativo e que só trariam resultados em longo prazo (EHLERS, 1996).

A mudança do sistema de produção agrícola convencional para o sistema agroecológico é uma excelente alternativa quando buscamos uma agricultura sustentável. Estudos comparativos dos sistemas convencionais e orgânicos de agricultura concluíram o seguinte (ALTIERI, 2002):

a) em condições de desenvolvimento altamente favoráveis, a produtividade da agricultura convencional foi muito maior do que a da agricultura orgânica. Entretanto, em condições mais críticas, o resultado foi o inverso. Depois do quinto ano de implantação da agricultura orgânica, sua produtividade chega a ultrapassar a da agricultura convencional;

b) a agricultura convencional consumiu muito mais energia do que a orgânica, sobretudo em razão do maior uso de petroquímicos. Além disso, o sistema orgânico apresentou uma eficiência energética muito maior do que o convencional;

c) as demandas de mão-de-obra são maiores para os sistemas orgânicos;

d) por serem bem manejados, os sistemas orgânicos não necessitam (ou apenas em pequena quantidade) de agro-químico, reduzindo assim seus custos de produção e os efeitos ambientais e de saúde adversos;

e) devido à grande biodiversidade, os sistemas orgânicos possuem enorme estabilidade, sendo mais resilientes a pressões externas. O problema na transição de modelos de produção está no fato de que o período de

transição é grande, aproximadamente cinco anos, portanto, o investimento em técnicas agroecológicas pode não ocorrer imediatamente (ver Figura 16).

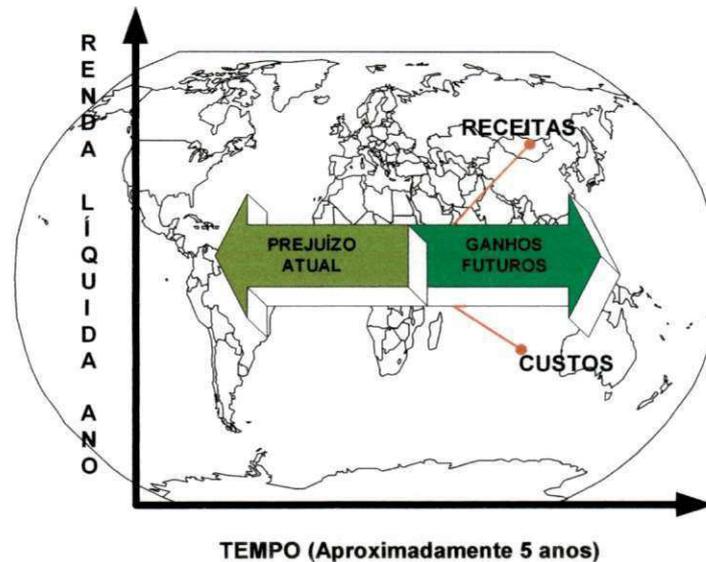


Figura 16. Mudança na renda líquida obtida com a mudança de sistema de produção convencional para agroecológico. Adaptado de Altieri (2000).

Sendo assim, durante o processo de transição para modelos agroecológicos de produção, a perda inicial de produtividade devido ao tempo de aprendizagem das novas práticas, bem como ao tempo para recondicionamento do solo e as incertezas geradas pela estrutura ainda precária de comercialização, representam custos e dificuldades aos produtores rurais que procuram mudar seu modelo. Esses empecilhos têm desestimulado uma resposta mais efetiva da maioria dos agricultores, mesmo considerando o nível de preços que os consumidores de produtos agroecológicos estão atualmente dispostos a pagar (ASSIS, 2002).

Os modelos de produção agroecológicos podem ser uma opção de desenvolvimento para agricultores familiares descapitalizados que, em função do custo, não utilizam o pacote agroquímico convencional. Não há para estes, custos de transição, pois em função do baixo nível tecnológico utilizado, a readequação tecnológica não acarretará perda de produtividade ao longo do

seu aprendizado, mas sim ganhos a médio e longo prazo decorrentes do recondicionamento do solo (ASSIS, 2002).

As práticas de produção conservadoras de recursos podem concorrer economicamente com as convencionais. Quando é apresentado um quadro mais nítido da produtividade agrícola, incluindo os custos e benefícios dos recursos,

As práticas que conservam ou aumentam os bens naturais são economicamente tão boas ou melhores do que as práticas predominantes (ALTIERI, 2002).

A mudança no sistema de produção depende fundamentalmente de decisões políticas que procurem, através do uso de instrumentos de política econômica e ambiental, estimular a adoção pelos agricultores de modelos agroecológicos de produção, internalizando no sistema econômico os danos à natureza provocados pela atividade humana inadequada. Isto somente será possível com uma firmeza de propósitos da ação do poder público (duradoura e integrada em seus diferentes níveis), associada ao envolvimento efetivo da sociedade na construção de soluções, especialmente a nível local, para os problemas ambientais provocados pela agricultura convencional (ASSIS, 2002).

A biodiversidade e a complexidade estrutural proporcionam um ecossistema natural e maduro com elevado grau de estabilidade em um ambiente sujeito a flutuações. Drásticas alterações no ambiente físico externo, como mudanças na umidade, temperatura ou luz, provavelmente não prejudicam o sistema devido ao fato de que numa comunidade diversificada existem numerosas alternativas para a transferência de energia e nutrientes. Sendo assim, o sistema pode se ajustar e continuar funcionando depois da alteração, com pouca ou nenhuma desorganização detectável. O mesmo pode-se dizer para os controles bióticos internos, que evitam oscilações bruscas e promovem a estabilidade do sistema.

A produção agrícola moderna (convencional), apesar de seu alto rendimento à custa de recursos não renováveis e degradação ambiental, apresenta todas as desvantagens dos ecossistemas imaturos, como carência da capacidade de reciclar nutrientes, conservar o solo e controlar as populações de praga. O funcionamento desse tipo de sistema depende de intervenção humana contínua. Segundo (ALTIERI 2002), enquanto a moderna tecnologia aumentou em muito a produtividade em curto prazo, também diminuiu a sustentabilidade, a equidade, a estabilidade e a capacidade de produção do sistema agrícola (ver Figura 17).

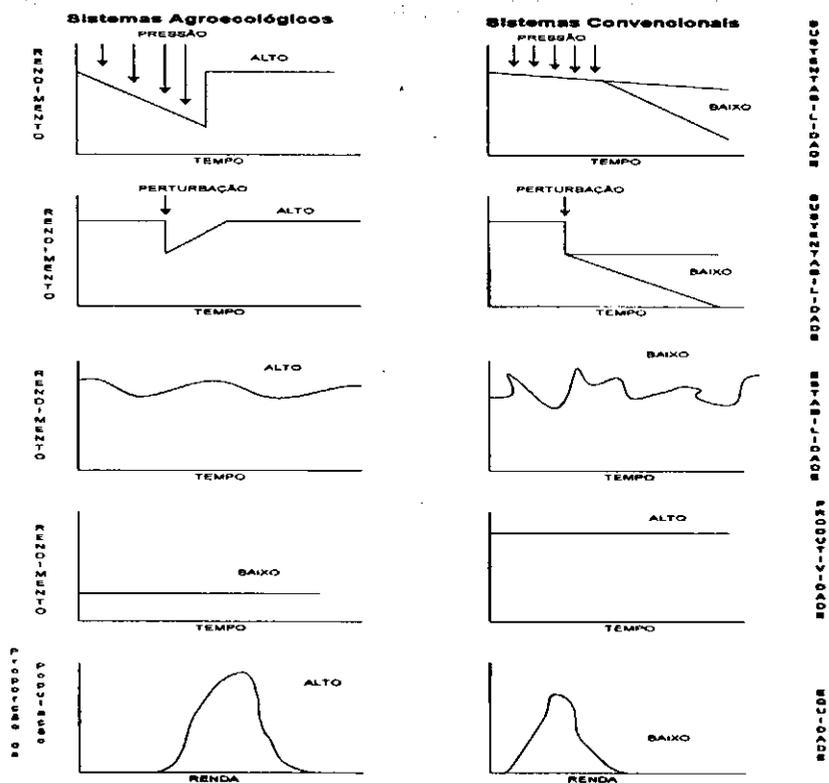


Figura 17. Propriedades sistêmicas dos agroecossistemas e índices de desempenho (ALTIERI, 2002).

Para a estabilidade e sustentabilidade do ecossistema natural e maduro, May et al., (1994) citam que em novembro de 1986, o presidente da Indonésia baixou um decreto banindo 57 marcas de pesticidas, 20 das quais

altamente subsidiadas, e o país optou por uma política de controle integrado das pragas. Após três épocas de plantio, a FAO relatou uma redução de 90% no uso de pesticidas e um aumento do rendimento médio de 6,1 para 7,4 toneladas por hectare.

A Agroecologia oferece uma abordagem alternativa, que vai além do uso de insumos alternativos, buscando o desenvolvimento de agroecossistemas integrados e com baixa dependência de insumos externos. A ênfase está no planejamento de sistemas agrícolas complexos, onde as interações ecológicas e os sinergismos entre os componentes biológicos substituem os insumos promovendo os mecanismos de sustentação da fertilidade do solo, ver figura 9, da produtividade e da proteção das culturas de acordo (ALTIERI, 2002).

Com o aumento da produção agrícola devido às tecnologias, o meio ambiente foi prejudicado. Segundo Food and Agriculture Organization (FAO) citado por Pretty et al., (2000), a agricultura produz muito mais do que somente alimento, fibra ou óleo, ela resulta em grandes impactos nos ecossistemas e economias locais, nacionais e mundiais. Os impactos chamados de externalidades são definidos como os custos da utilização do ambiente para a produção de determinado produto, que atualmente não estão incluídos no preço final do produto, ou seja, os recursos naturais são utilizados gratuitamente, e degradados sem que haja recuperação.

Segundo Pretty et al., (2000 e 2001) as externalidades podem ser positivas ou negativas. Como positivas pode-se citar o valor estético da paisagem, acumulação de água nos reservatórios naturais, reciclagem e fixação de nutrientes, formação do solo, bem-estar (animais e organismos), proteção de chuvas intensas e controle de cheias através da vegetação, carbono retirado da atmosfera através da vegetação e do solo. As externalidades negativas podem ser listadas como os prejuízos causados à água, ao ar, ao solo, à biodiversidade e paisagem e à saúde humana.

Na avaliação do custo das externalidades do Reino Unido, Pretty et al., (2000) as dividiu em sete categorias: (a) prejuízo à água; (b) prejuízo ao ar; (c) prejuízo ao solo; (d) prejuízo à biodiversidade e paisagem; (e) prejuízo à saúde humana – pesticidas; (f) prejuízo à saúde humana – nitrato; (g) prejuízo à saúde humana – microorganismos e outros agentes causadores de doenças. Segundo o pesquisador, o custo total dessas externalidades em 1996 alcançou o total de 208 libras/ha.ano (aproximadamente 360 US\$/ha.ano).

O processo de desenvolvimento enfrenta limites físicos que devem ser previstos e acomodados. Tanto a capacidade do ambiente de absorver a poluição como a capacidade de fornecer recursos esgotáveis, como energia e minerais, são finitas. Os ecossistemas só podem tolerar certa quantidade de agressão sem que sofram mudanças, muitas vezes de maneira dramática e inesperada (MAY et al.,1994).

Embora a relação aos recursos naturais não renováveis, mais precisamente o petróleo, Meadows et al., (1978) já questionava se “existem reservas suficientes para permitir o desenvolvimento econômico e um padrão de vida razoavelmente alto para a população mundial”, concluindo que para garantir-se a disponibilidade de recursos adequados no futuro, seria necessário adotar planos de ação que façam decrescer o atual uso de recursos fósseis. As conclusões dos autores são as seguintes:

a) Se as atuais tendências de crescimento da população mundial – industrialização, poluição, produção de alimentos e diminuição de recursos naturais – continuarem imutáveis, os limites de crescimento neste planeta serão alcançados algum dia dentro dos próximos dez anos (antes de 2020). O resultado mais provável “*será um declínio súbito e incontrolável, tanto da população quanto da capacidade industrial*”;

b) É possível modificar estas tendências de crescimento e formar uma condição de estabilidade ecológica e econômica que se possa manter até um futuro remoto. O estado de equilíbrio global poderá ser planejado de tal

modo que as “necessidades materiais básicas de cada pessoa na terra sejam satisfeitas, e que cada pessoa tenha igual oportunidade de realizar seu potencial humano individual”;

c) Se a população do mundo decidir empenhar-se em obter este segundo resultado, em vez de lutar pelo primeiro, quanto mais cedo ela começar a trabalhar para alcançá-lo, maiores serão suas possibilidades de êxito.

Para Altieri (2002), a intensificação da agricultura é um teste crucial da resiliência da natureza.

Não sabemos por quanto tempo os homens poderão continuar aumentando o uso dos recursos naturais sem esgotá-los e sem causar uma degradação irreparável do ambiente (ALTIERI, 2002).

Antes que a descoberta seja forçada pelas circunstâncias desfavoráveis do futuro, deveríamos nos esforçar no planejamento dos agroecossistemas que se comparem em estabilidade e produtividade aos sistemas naturais.

A implantação de algumas tendências como sistemas rotacionais diversificados, pesquisa agropecuária de caráter sistêmico e fomento de uma agricultura familiar mais ambientalmente consciente depende do estímulo de políticas públicas de conservação dos recursos naturais. Isto deverá vir tanto da pressão da sociedade organizada sobre os órgãos públicos responsáveis, como pela solução por sistemas solidários de organização social dos problemas críticos da desigualdade social, fome e condições humanas de vida. O combate à pobreza está de mãos dadas com a responsabilidade de gerenciar os recursos naturais de forma sustentável (COMAR, 1998).

Para Ehlers (1996), estamos em um longo processo de transição, onde o ideal de uma agricultura sustentável seja considerado à altura das grandes mudanças das Revoluções Agrícolas e da Revolução Verde. Esse processo levará à uma nova fase na história da dinâmica do uso da terra, onde o uso abusivo de insumos industriais e de energia fóssil deverá ser substituído pelo emprego elevado de conhecimento ecológico.

A facilidade no acesso do agricultor a terra, água, recursos naturais, bem como a linhas de crédito, mercados e tecnologias apropriadas, é crucial para assegurar o desenvolvimento sustentável. O controle e acesso a recursos só podem ser garantidos por reformas políticas ou iniciativas comunitárias bem organizadas. Cada vez mais os cientistas interessados em promover a agricultura sustentável terão de se envolver na busca de contextos políticos que promovam a sustentabilidade (ALTIERI, 2000).

O manejo dos agroecossistemas pode encontrar um poderoso aliado na metodologia emergética para quantificar a capacidade e área de suporte de agroecossistemas específicos e propiciar uma forma de avaliar graus de sustentabilidade de processos agro-industriais (COMAR, 1998).

Segundo Comar 1998, a sustentabilidade somente será possível se os marcos de referência para a atividade humana (paradigmas culturais) forem mudados. É necessário criar novas propostas para a Ciência, a Tecnologia, a Administração, a Organização Social e a Ideologia para configurar os paradigmas do Desenvolvimento Sustentável.

Somente quando a depreciação dos bens naturais for tratada com a mesma seriedade que a depreciação dos bens humanos, os políticos e a população conhecerão a realidade. Enquanto isso não acontecer, a sustentabilidade continuará um castelo no ar (ALTIERI 2000).

5.1 A EMERGIA AVALIANDO O MEIO AMBIENTE SEMI - ÁRIDO

As últimas descobertas científicas mostram que todas as formas de vida desde as células mais primitivas até as sociedades humanas, suas empresas e estados nacionais, até mesmo sua economia global, organizam-se segundo o mesmo padrão e os mesmos princípios básicos: o padrão de redes, com unidades e sistemas interconectados.

Segundo Capra (1996) os biólogos moleculares descobriram os blocos de construções fundamentais da vida, mais isso não os ajudou a entender as ações integrativas vitais dos organismos vivos. Porém um destes biólogos citados faz o seguinte comentário:

Num certo sentido poderíamos dizer que todos os trabalhos em engenharia genética e molecular dos últimos sessenta anos poderiam ser considerados um longo interlúdio. Agora que o programa foi completado, demos uma volta completa – retornando aos problemas que foram deixados para trás sem solução (Capra 1996).

No decorrer deste novo século, dois fenômenos específicos terão um efeito decisivo sobre o futuro da humanidade. Ambos se desenvolvem em rede e ambos estão ligados a uma tecnologia radicalmente nova. O primeiro é a ascensão do capitalismo global, composto de redes eletrônicas de fluxos de finanças e de informação; o outro é a criação de comunidades sustentáveis baseadas na alfabetização ecológica e na prática do projeto ecológico, compostas de redes ecológicas de fluxos de energia e matéria.

Os ecossistemas frágeis são ecossistemas importantes, com características e recursos únicos. Os ecossistemas frágeis incluem os desertos, as terras semi-áridas, as montanhas, as terras úmidas, as ilhotas e

determinadas áreas costeiras. A maioria desses ecossistemas tem dimensões regionais, transcendendo fronteiras nacionais (AGENDA 21, 1996). Os sistemas de tomada de decisão vigentes em muitos países tendem a separar os fatores econômicos, sociais e ambientais nos planos políticos, de planejamento e de manejo. Esse fato influencia as ações de todos os grupos da sociedade, inclusive governos, indústrias e indivíduos, e têm importantes implicações em relação à eficiência e sustentabilidade do desenvolvimento.

O grande desafio que se apresenta ao século XXI é o de promover a mudança do sistema de valores que atualmente determina a economia global e chegar-se a um sistema compatível com as exigências da dignidade humana e da sustentabilidade ecológica (CAPRA, 1996). Entendendo os conceitos básicos de Energia e Emergia, como energia pode ser considerado dinheiro de modo complexo, diverso e contraditório? Em nossa sociedade de mudanças constantes, normalmente construímos discussões enganosas implícitas nas visões de outros ou de nós mesmos.

Existem outras formas alternativas de dinheiro como parte importante do equipamento de ferramenta de sociedade sustentável, mas como introduzir conceitos fundamentais para comparar os valores do mundo material, como energia e emergia. Porém, a base energética de sistemas naturais de acordo com Holmgren (2000) e outros que o fizeram se tornou conceito de fundação para uma nova ciência, ecologia, enquanto mantendo certa esperança de uma aproximação científica racional para a natureza, onde pudesse ser holística em lugar de reducionista.

Entretanto segundo os Ecólogos americanos Howard T. Odum e o seu irmão Eugene Odum, mais velho, são dois dos pilares de ecologia moderna, mas o desenvolvimento contínuo do trabalho de Howard dentro do campo de Ecologia de Sistemas em torno dos anos 70 foi ignorado durante os anos 80 e 90 quando foram amplamente mal entendidos por cientistas biológicos. Estes fluxos de sistemas naturais e humanos com enormes

quantidades e qualidade de energias são necessários para gerar pequenas quantidades de energia com melhor qualidade.

I. Medidas Universais de Valor

Com a elevação de capitalismo e a revolução industrial, dinheiro e mercado começam novamente a um cabo sem precedente ao cotidiano de uma sociedade. Muitos críticos emergiram, sendo mais influente como Karl Marx. Entretanto Marx concluiu que o trabalho humano, poderia ser cientificamente uma medida universal de valor. Ele viu que o esforço humano poderia ser usado para transformar recursos reais em riquezas.

O fato é que todo sistema vivo onde permeia (entropia negativa) fora dos recursos mais simples, não contradizem com a segunda lei. Este crescimento e sua complexidade sempre estão baseados em uma maior degradação de energia em domínio mais amplo. Depende em onde você atrai o limite a seu "sistema" assim até mesmo o crescimento milagroso e complexo da vida na terra, e no final das contas depende do consumo termonuclear do sol (em bilhões de anos) (LOVELOCK, 1988).

Em todas as físicas básicas em curso, são ensinados que as formas discrepantes de energia podem ser medidas convertendo completamente a energia de e medindo o resultado em joules ou calorias. O problema com esta concepção de energia é que não distingue entre qualidades discrepantes de energia que os cientistas reconhecem, mas em grande parte ignoram por causa das dificuldades medidas entre estas diferenças. Quase todos humanistas, cientistas sociais, economias e ecologistas estão rejeitando a possibilidade de uma nova medida universal de valor (HOLMGREN, 2000).

II. Utilizando os conceitos de Emergia

Durante os últimos anos, gradualmente foi observando-se o crescente uso dos conceitos de Emergia, achavam que eles eram constantemente úteis, e enormemente utilizáveis, predizendo as mudanças de grandes quadros como também a avaliação útil da prática alternativa de um desenvolvimento sustentável.

Os resultados para entendimento de emergia geralmente são simples para compreender a ação do governo, indústria, ambientalistas e sociedade. Sem recorrer a teorias de conspirações, mais convencendo a respeito de corporações multinacionais em estratégias de investimentos. Utilizando os conceitos de emergia e suas ferramentas podem avaliar a exploração indevida de nossas riquezas naturais.

Não foi nenhuma surpresa quando o Banco Mundial utilizando nova tática metodológica, utilizando a emergia, taxou a Austrália como o país mais rico no mundo em base *per capita*. Em meados da década de 80. O fato é que ecologistas, políticos e conselheiros, parecem não saber de onde surgiram tais "verdades" como resultados, com relação à economia de mercado, (ODUM, 1979).

Segundo Odum (2000), uma avaliação histórica breve do desenvolvimento dos conceitos e teorias de qualidade de energia, e energia líquida que era os precursores da emergia. Os conceitos evoluíram durante décadas, enquanto começando nos anos cinquenta com o trabalho de Odum em localizar fluxos de energia em ecossistemas. Durante os anos setenta, a atenção de Odum foi chamada a sistemas de balanças maiores que incluíram as economias humanas e o conceito de energia líquida. Nos anos 80, Odum quantificou a qualidade de energia e definiu isto como uma "técnica de avaliação doador-receptor".

Nos anos noventa, a qualidade de energia transformou em definições refinadas e rigorosas para "emergia" e "transformidade" assim determinados. As unidades de emergia estavam definidas como emjoules solar (abreviou sej) e as unidades de transformidade eram sej/J. sendo assim, provemos algumas perspicácias nos tipos de processos e sistemas que foram avaliados usando métodos emergéticos. De milhares de avaliações emergéticas estudadas ao redor do mundo de sistemas de populações de inseto para a energia de terra, de parques nacionais para fazendas, de indústrias para economias nacionais. Construiu-se agora um corpo enorme de conhecimento através da holística como perspectiva científica mundial.

5.2 A EMERGIA "in focus"

A Economia Neoclássica e a Economia Ecológica são as duas abordagens econômicas mais discutidas que tratam de questões ambientais. A economia neoclássica pressupõe que o "capital natural pode ser substituído infinitamente pelo capital material (feito pelo homem)". Nessa hipótese está inclusa a idéia errônea de que o progresso tecnológico sempre superará os limites do crescimento impostos pelas reservas de recursos naturais. A economia neoclássica também não traz embutido em seu custo a energia e o tempo necessários para a formação e restabelecimento dos recursos naturais, e não...

Trata adequadamente as questões associadas à impossibilidade de sua reposição, como por exemplo, os recursos não renováveis ou a perda de biodiversidade (MARQUES et al., 2003).

Na Economia Ecológica estuda-se a aplicação de metodologias que contabilizem as contribuições da energia do meio ambiente para os sistemas econômicos, mas poucas comparam as contribuições ambientais e econômicas

numa mesma base de análise. Usualmente, questões de desenvolvimento, planejamento de políticas públicas e uso de recursos envolvem a avaliação dos impactos ambientais em relação aos ganhos econômicos, onde os impactos e benefícios são quantificados em diferentes unidades, gerando uma paralisação no processo de tomada de decisões porque nenhuma unidade comum foi utilizada para avaliar as transações entre o meio ambiente e a economia (HABERKORN, 2003).

De acordo com Romeiro (2004), para a economia ecológica é fundamental a elaboração de indicadores de sustentabilidade e de sistemas de contas ambientais que fundamentem o processo de tomada de decisão em face da incerteza que caracteriza o enfrentamento dos grandes problemas ambientais. Os primeiros, além de contribuir para o processo de conscientização ecológica, fornecem subsídios científicos para a decisão sobre a escala aceitável de uso de um recurso natural, de modo a minimizar o risco de perdas irreversíveis.

Os segundos são fundamentais como fator de conscientização ecológica e para justificar a adoção de políticas ambientais, na medida em que propiciam visibilidade econômica à magnitude do passivo ambiental, na escala de uma região ou país. Para May et al., (1994), apesar dos problemas ambientais existirem a muito tempo, somente nos últimos quinze anos que a análise econômica tomou formalmente consciência deles e de suas implicações. A moderna economia neoclássica conservou os mesmos princípios propostos pelos clássicos. Somente na década de 50 começaram a aparecer estudos sistemáticos dos custos relacionados ao meio ambiente.

A partir de então, uma grande quantidade de estudos e avanços foram surgindo na linha econômica neoclássica do meio ambiente. Porém, a teoria neoclássica desconsidera problemas do meio ambiente. As dificuldades provêm dos seguintes aspectos:

- a) A análise econômica neoclássica se baseia nos valores monetários do mercado, mas o meio ambiente não tem “cotação” neste mercado;
- b) O princípio de soberania do consumidor é um dos conceitos básicos da construção do sistema neoclássico, mas a demanda de meio ambiente não é levada em consideração;
- c) O patrimônio natural não é levado em consideração, uma vez que a análise destaca preponderantemente os fluxos.

Muitos planejadores têm interesse em entender como e em que extensão os recursos ambientais contribuem para os sistemas econômicos. Muitos métodos deixam de lado as fontes naturais de energia e os processos necessários para formar os recursos ambientais disponíveis para a economia, como por exemplo, o sol, a chuva, o vento, a formação do solo, a fotossíntese e o movimento das marés. Estes serviços gratuitos da natureza são deixados de lado porque o dinheiro não circula nestes processos. Em outras palavras eles são vistos como gratuitos (HABERKORN, 2003).

As práticas exatas atuais simplesmente não contemplam as perdas ambientais decorrentes de um manejo incorreto. O solo pode sofrer erosão, os recursos hídricos podem ser degradados ou contaminados, a vida silvestre pode ser envenenada e os reservatórios entulhados com sedimentos, mas considera-se que as perdas não têm um impacto aparente sobre o valor privado ou público da agricultura. Nenhuma taxa de depreciação é aplicada sobre os atuais rendimentos em função da degradação desses recursos, mesmo que as perdas ocorridas em sua produtividade ameacem receitas futuras.

O procedimento padrão de prestação de conta representa erroneamente uma diminuição da riqueza como um aumento da receita (ALTIERI, 2002). Segundo Maia (2002), não há um padrão universalmente aceito para classificação dos métodos de valoração existentes. Alguns

procuram obter o valor do recurso diretamente sobre as preferências das pessoas, utilizando-se de mercados hipotéticos ou de bens complementares para obter a disposição a pagar (DAP) dos indivíduos, e podem ser classificados como métodos diretos (avaliação contingente, preços hedônicos e custo de viagem). Por sua vez, os denominados métodos indiretos procuram obter o valor do recurso através de uma função de produção relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado (produtividade marginal, custos evitados, de controle, de reposição e de oportunidade).

A DAP depende muito das características sócio-econômicas da população, e nem sempre é indicada em locais com muitas instabilidades sociais, econômicas ou políticas. Ela exige certa capacidade de pagamento das pessoas, e não obterá os resultados desejados em populações com altos índices de precariedade sócio-econômica. Cada um expressa suas preferências com base em seu orçamento, e aqueles com maiores rendas provavelmente apresentarão maiores DAP pelo recurso natural. A relação positiva entre renda e DAP é esperada em toda pesquisa de avaliação contingente (AC), e quando não for constatada empiricamente pode indicar problemas na aplicação metodológica (MAIA, 2002).

De acordo com o princípio do custo integral (*full cost*), todos os usuários de recursos ambientais deveriam pagar seu custo inteiro. Embora isto pareça uma obviedade, a implementação deste princípio representa uma grande mudança com relação à prática tradicional. A maior parte dos recursos ambientais é mal avaliada, seja por ignorância de seu custo verdadeiro ou por incentivos inadequados nos processos de decisão responsáveis pela determinação do valor do recurso. A aplicação do princípio do custo integral alertaria para o fato de que o ambiente é um recurso escasso e precioso, devendo ser tratado de acordo.

Os produtos fabricados por processos de transformação ambientalmente destrutivos tornar-se-iam relativamente mais caros. Os que fossem feitos através de processos de produção menos agressivos, tornar-se-iam relativamente mais baratos. Toda a energia necessária, direta ou indiretamente, para produzir determinado bem ou serviço (MAY et al., 1994). Para conseguir tal objetivo, há necessidade de termos uma visão sistêmica, isto é, que consiga enxergar todas as atividades como sistemas integrados ou interligados. Essa visão sistêmica permite conhecer o modo de funcionamento de nossa sociedade e a interação dela com a natureza e, também, a modelar e simular novos sistemas.

Aplicar a Teoria Geral de Sistemas à Ecologia e à Termodinâmica, permitiu a Odum (1996) desenvolver a Análise Emergética. A metodologia emergética estima os valores das energias naturais geralmente não contabilizadas, incorporadas em produtos, processos e serviços. Por meio de indicadores (índices emergéticos), esta abordagem desenvolve uma imagem dinâmica dos fluxos anuais dos recursos naturais e dos serviços ambientais providenciados pela natureza na geração de riqueza e o impacto das atividades antrópicas nos ecossistemas (COMAR, 1998).

A Teoria é realizada em três etapas:

- a) Análise dos fluxos energéticos de entrada e saída do sistema;
- b) Obtenção dos índices emergéticos;
- c) Interpretação dos índices emergéticos, indicando os esforços que devem ser feitos para aprimorar o sistema.

Para Odum (2000), se levarmos em conta o princípio da hierarquia universal de energia, válido em todo o tempo e lugar, o trabalho, incluindo o que se realiza na economia, pode ser comparado em uma base comum, expressando os produtos e os serviços em unidades de energia. Para reconhecer a qualidade e funcionalidade diferente de cada tipo de energia, que depende do trabalho prévio de geração desse recurso definiu-se um fator de

conversão de energia chamado de transformidade, que é a energia de um tipo transformada em uma unidade de energia de outro tipo.

Os sistemas da natureza e a humanidade são partes de uma hierarquia de energia universal e estão imersos em uma rede de transformação de energia que une os sistemas pequenos a grandes sistemas e estes a sistemas maiores ainda. A transformidade mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal (ODUM, 2000), ou seja, quanto maior a transformidade de um recurso mais longe da origem ele estará, pois há muito valor agregado embutido nele.

Quanto maior é o trabalho da natureza na produção de recursos, menor é seu preço devido à sua abundância, pois de maneira geral, a riqueza real dos recursos ambientais é inversamente proporcional aos custos monetários, assim sendo o preço em dinheiro não representa o valor do trabalho incorporado no recurso. Por outro lado, a emergência expressa em emdólares (dólares do produto econômico bruto correspondente a uma dada contribuição de emergência) consegue indicar a verdadeira contribuição da natureza e da economia humana no recurso.

Quando os recursos do ecossistema passam a ser escassos, o preço aumenta e a pressão da demanda continua colocando em risco a sustentabilidade dos recursos. As políticas públicas, independentemente do tamanho do sistema e do local, podem ter êxito, aumentando ao máximo os emdólares ou o fluxo de emergência. Em outras palavras, isso significa que o trabalho da natureza deve ser reconhecido e corretamente valorizado no mercado (ODUM, 2001).

Segundo Ortega (2002), na economia convencional, o preço de um produto corresponde aproximadamente à somatória das despesas realizadas com insumos, mão-de-obra e outro tipo de serviços mais a margem de lucro desejada. De certa forma o preço econômico mede o trabalho humano

agregado, porém não considera a contribuição da natureza na formação dos insumos utilizados nem o custo das externalidades negativas no sistema regional e tão pouco as despesas resultantes da exclusão social gerada pelo empreendimento e pagas pela sociedade local.

Assim, a metodologia de cálculo do preço dos produtos deverá ser alterada para que a contribuição da natureza mais as externalidades causadas pela produção também sejam contabilizadas (Figura 18), pois somente dessa forma os modelos de produção atual serão alterados, buscando o desenvolvimento sustentável.

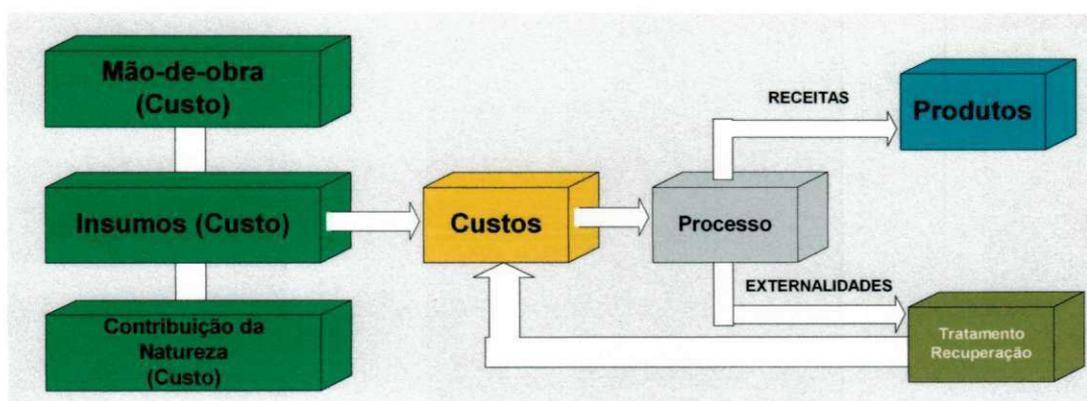


Figura 18 . Custos totais do processo, considerando insumos, mão-de-obra, recursos ambientais e Externalidades (AGOSTINHO, 2005).

De acordo com Ortega (2004) realizando uma análise multi-variada para comparar os benefícios e os custos das principais modalidades de produção de soja no Brasil. Mostrando que o lucro dos diferentes sistemas (Ecológico, Orgânico, Agroquímico e Herbicida) incluindo além dos insumos e da mão-de-obra, as externalidades decorrentes de cada sistema. A análise econômica ampliada (considerando externalidades negativas) mostrou que os sistemas de produção químicos (Agroquímico e Herbicida) mostraram-se deficitárias, pois seu preço de venda não compensa as despesas reais. Os lucros obtidos foram maiores para os sistemas biológicos e menores para os sistemas químicos.

Através de análise emergética, ficam evidenciados através de índices ecológicos, que os melhores sistemas são os biológicos. Dessa maneira, o autor pôde concluir que:

- a) Sistema com herbicida aumenta o êxodo rural, a concentração de renda, o impacto ambiental e a dependência tecnológica e política;
- b) É necessário discutir a política de preços considerando os custos das externalidades e subsídios;
- c) Taxar produtores que danificam o meio ambiente e não geram postos de trabalho;
- d) Estimular a produção agroecológica;
- e) Discutir o efeito da adoção de preços justos no mercado internacional, em termos de impacto sócio-ambiental e compromissos com a Agenda 21.

Outros trabalhos que utilizaram análise emergética em pesquisas no Brasil são: o de Comar (1998) que utilizou a análise emergética para comparar a produção de hortaliças pelo modelo convencional e pelo modelo orgânico na região de Botucatu; os de Ortega et al. (2004) e Lanzotti et al. (2000) que realizaram a análise emergética da produção de álcool de cana-de-açúcar do estado de São Paulo e utilizaram os índices emergéticos para qualificar as tendências que afetarão esta indústria; o de Cavalett (2004) que avaliou os aspectos energéticos e sócio-ambientais de dois importantes sistemas aquícolas: a piscicultura integrada à criação de suínos no Estado de Santa Catarina e os pesque-pagues no Estado de São Paulo; o de Sarcinelli et al., (2004), avaliou e comparou os modelos de produção cafeeira convencional e agroecológico, procurando identificar quais pontos devem ser focados pela administração a fim de proporcionar a redução dos custos de produção e aumentar a competitividade das propriedades.

5.3 EMERGIA "M" - CONCEITOS BÁSICOS

A Emergia solar é a energia solar disponível gasta para fazer um serviço ou produto direta e indiretamente (Figura 19). Embora este conceito básico seja bastante direto, suas implicações são potencialmente profundas, H.T.Odum (1988) abriu caminho no desenvolvimento e uso da Emergia, e apresentou isto como compreensão do comportamento de sistemas organizados, avaliando os bens ecológicos e os serviços, e analisando sistemas ecológicos e econômicos juntamente.

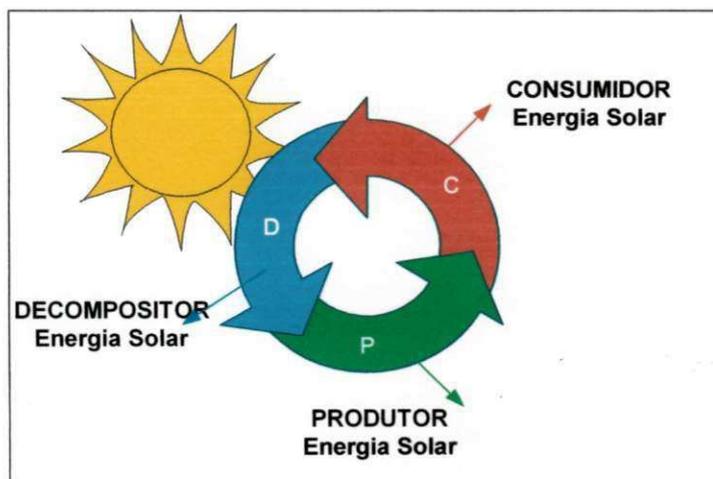


Figura 19. O Ciclo da matéria e o fluxo de energia, onde ocorre reciclagem da matéria e perda de energia na passagem de cada nível trófico.

A análise emergética consiste na contabilização de todos os fluxos energéticos, incluindo os recursos renováveis (chuva, vento, solo, biomassa, etc). Este método já foi utilizado no estudo de outros sistemas agrícolas (ULGIATI et al., 1994; BOER 2000; BASTIANONI, 2000). Desta análise resultam indicadores com a Razão de produção de emergia, Carga ambiental, Transformidade, Emergia por unidade de área (ARCA), etc.

Entretanto de acordo com Tilley (2003), a emergia (com 'm') é uma síntese utilizada para avaliar o equilíbrio entre natureza e humanidade e o

patrimônio líquido entre os resultados. A administração no ecossistema de floresta, A floresta da bacia de um Riacho Primavera, na produção de vinhos com (1600 m) de altura ou uma floresta temperada. Uma perspectiva na análise holística, que corresponde aos múltiplos balanços temporais e de espaço nos processos da floresta e as interações com o homem, ao equilibrar as demandas ecológicas, econômicas, e sociais colocadas como recursos da terra.

A síntese da Emergia é uma ferramenta modeladora que permite quantificar a estrutura e a função dos ecossistemas de florestas como unidades (emergia-joules solar, sej) para comparação fácil e significativa, determinando 'sistema-valor' por fatores, componentes, e processos baseados nas quantias de recursos requeridos desenvolvidos e sustentados, como dinheiro, material, energia, ou informação.

A Relação Carga Ambiental (ELR) como unidade de emergia solar importaram da bacia como controle humano por unidade de emergia solar natural em torno de 0.42, enquanto o indicativo de carga ambiental natural sem danificação ecológica e o excesso na capacidade ecológica exige um controle no aumento de atividades não-ecológicas (por exemplo vigamento, recreação) alcançando uma ELR de 1.0 (como equilíbrio ecológico-econômico perfeito).

Três resultados de floresta selecionados para representar as categorias de sustentabilidade desejados (ecológico, econômico e social) foram avaliados em termos do fluxo de emergia solar para medir o patrimônio líquido dos resultados. A contribuição econômica era da ordem de magnitude em torno de (224×10^{-12}) a emergia-joules solar (sej/ha^{-1}) em que as contribuições ecológicas e sociais que foram providas nas taxas anuais de $(3083 \text{ e } 2102 \times 10^{12} \text{ sej/ha}^{-1})$, respectivamente. A síntese de emergia foi demonstrada de forma holisticamente integrada e quantitativamente interconectadas no sistema de natureza humana permitindo medir as metas no equilíbrio ecológico como patrimônio líquido dos resultados.

De acordo com Ulgiati (1994), por meio de uma análise sistêmica das relações entre componentes da teia de um ecossistema, os fluxos de energia e outros recursos que convergem para produzir a produção (biomassa, biodiversidade, ativos, etc.) podem ser avaliados em uma base comum, i.e. o conteúdo de energia equivalente solar (emergia). Podem ser calculados os índices e relações baseadas nos fluxos de emergia avaliados ao redor de um sistema inteiro. Um índice emergético que vem da relação (rendimento emergético por unidade de emergia investida) é avaliado com sugestões que fizeram modificar. Respondendo ao presente com danos ambientais futuros devido ao uso de um determinado recurso. O significado deste índice, com/sem a modificação proposta, é acentuado ilustrando os efeitos em longo prazo de poluição ambiental como também alguns fatores de incerteza de chave que são muito freqüentemente não levados em conta (ODUM, 1996).

5.4 A EMERGIA NA NATUREZA

O ciclo de água tratada pode ser dividido em fases de captura da água do ambiente, potabilização, distribuição, coleta de água e desperdício, tratamento de água e desperdício e descarga no ambiente. A fase terminal deste ciclo, de coleta de água e desperdício da descarrega no ambiente, foi avaliado por análise emergética. A Emergia é a quantidade de energia solar provendo um produto ou fluxo de energia em um determinado processo direto ou indireto.

Avaliação de ciclo de vida e métodos de designio alarga a extensão de métodos tradicionais, mas foca principalmente no impacto ambiental de emissões, enquanto ignorando as contribuições de produtos ecológicos e serviços. A natureza levando para conceder o que poderia prover de resultados enganosos desde então produtos naturais e processos são um contribuinte significativa a todos os produtos industriais e processos. Métodos de ecologia

de sistemas respondem por contribuições ecológicas, mas ignora o impacto de emissões.

Entretanto uma aproximação original para análise em comum de sistemas industriais e ecológicos, pode ser avaliada através da emergia, esta aproximação considera as contribuições de recursos ecológicos e econômicos, como também o impacto de emissões. Uso da termodinâmica para explorar a sinergia entre os métodos de processo por sistemas criados, ecologia de sistemas, e a avaliação do ciclo de vida superando as faltas de métodos para cada ambiente.

De acordo com Bastianoni (2003), o fluxo de emergia atribuído a um processo é então um índice do passado e presente a um custo ambiental. Seis municípios no lado ocidental da província de Bolonha (Itália) foram analisados. A coleta da água e o desperdício são administrados pelos conselhos municipais e o tratamento é administrado por uma companhia de serviço.

A coleta da água e esgoto foi analisada compilando um equilíbrio de massa do sistema de esgoto que serve as seis municipalidades, inclusive materiais de construção e lixo e oleodutos. A análise emergética no tratamento da água foi realizada e os resultados da grande quantidade de emergia exige um novo tratamento de água devido a sua importância ser comparável a um combustível fóssil não renovável. Em uma prévia análise na primeira parte do ciclo, o tratamento é caracterizado igualmente como alta despesa de recursos não renováveis, indicando uma correlação com fluxos de energia.

De acordo com Bhavik (2002), os sistemas de processo fazem com que criem decisões que estão ecologicamente conscientes requerendo análise de processos industriais e ecológicos. Os métodos tradicionais que normalmente criam em curso e caem com a falta para satisfazer com que esta exigência, devido a considerar o ambiente como secundário para objetivos econômicos. A avaliação de ciclo de vida e de métodos de desígnio alargou a

extensão de métodos tradicionais considerando o impacto ambiental no ciclo de vida inteiro de um produto ou processo.

Estes métodos focalizam principalmente no impacto ambiental de emissões e ignoram a contribuição de produtos ecológicos e serviços. Uma aproximação termodinâmica inclusive para a contribuição de recursos ecológicos e econômicos, e por analisar processos industriais e ecológicos juntos. Esta aproximação está baseada no fato de que o crescimento e o alimento de processos industriais e ecológicos estão limitados pela energia disponível e a sua conversão para o trabalho útil. A Análise de Emergia de processos industriais e ecológicos provê perspicácia no desempenho ambiental e sustentabilidade do processo industrial ou produto. A avaliação emergética do ciclo de vida é desenvolvida para combinar os benefícios de ambos os métodos. O vigamento proposto é amplamente aplicável e ilustrado pela emergia na avaliação no ciclo de vida do crescimento de feijão ou soja, por exemplo.

Ainda de acordo com Bhavik (2002), o longo crescimento da indústria química requer engenharia de processos conscientes economicamente e ecologicamente. Os métodos da engenharia de processos tradicionais apresentam deficiências por não satisfazer as necessidades do ambiente, tornando-o como sendo secundário e não detectando seus objetivos econômicos.

A aproximação está baseada no fato que crescimento e alimento de processos industriais e ecológicos estão limitados pela energia disponível e sua conversão para o trabalho útil. Assim, a energia inserida (emergia), quer dizer, a energia usada para fazer um produto direta ou indiretamente ou serviço é uma medida termodinâmica de investimento ecológico ou valor econômico, enquanto a perda da exergia provê uma medida holística do impacto de emissões. Junto, a emergia e análise de exergia pode prover a perspicácia no desempenho ambiental e sustentabilidade do processo industrial do produto.

O vigamento proposto é amplamente aplicável ajudando a decidir que em substância química e outras tarefas de engenharia. São identificadas desafios e oportunidades de pesquisa por fazer este vigamento prático. Assim sendo de acordo com Christensen (1994) a Ascendência é um indicador de sistema usado por descrever as características de fluxo de ecossistemas. Porém, os declínios daquela ascendência é principalmente uma função das características de fluxos aos mais baixos níveis tróficos. Isto está por causa da ascendência de modo calculado: processamento cronométrico conteúdo de informação dos fluxos. A agregação de grupos com baixo ou quase nenhuma redução no conteúdo de informação do sistema de fluxo, e então nas influências da ascendência.

Uma unidade baseada na emergia é sugerida para calcular a ascendência. O procedimento de cálculo é descrito e demonstrado na ascendência emergética baseadas nas propriedades desejadas, notavelmente a sensibilidade para as características de fluxos de todos os níveis tróficos. O uso de ascendência, energia e emergia fundaram-se, para agregação de grupos em ecossistemas e é demonstrado que o conteúdo de informação dos fluxos, menos a diferença entre energia e a ascendência em emergia.

5.5 A EMERGIA E A ENGENHARIA ECOLÓGICA

A Engenharia Ecológica esta definida como a prática de unir a economia e sociedade simbioticamente em um ambiente ajustando como desígnio tecnológico de forma ecológica. O limite nos sistemas da engenharia ecológica inclui os ecossistemas organizados ao ajustar-se a uma tecnologia, considerando os desígnios da engenharia ambiental. O conceito de hierarquia energética provê princípios para planejamento e organização de espaço e tempo que podem ser sustentados. As técnicas de engenharia ecológica são determinadas com exemplos quando incluem a biodiversidade como semente múltipla, até mesocosmos experimentais, sistemas inclusos como pessoas da

Biosfera, infiltração em terras úmidas de metais pesados, coberturas de vegetações em ecossistemas, e a introdução de espécies exóticas, a domesticação de ecossistemas, ciclos de processos finais, e o controle da água como reflectância da vegetação (ODUM, 2003).

Segundo Lu Hf (2003) estudaram novos indicativos emergéticos para a avaliação da habilidade do desenvolvimento sustentável de qualquer sistema. Os resultados indicaram que os índices de emergia são simplificados e interligados, e um novo índice emergético é indexado para o desenvolvimento sustentável (*Emergetic Index Sustainable Development*). O EISD empregado onde são administrados dois casos. O primeiro é comparar três lagoas diferentes com modos de agricultura agroecológicos que são: melão, melão-repolho e pesca doméstica (modo I), melão, melão-repolho, porco e pesca doméstica (modo II) e melão, melão-repolho-porco e pesca doméstica combinado com *Siniperca chuatsi* B. (modo III). Os casos estudados mostraram que aquele EISD com avaliação mais generalizada, ou seja, o modo III que envolve diversos contribuintes naturais ao desenvolvimento sustentável, com a consideração de impacto ambiental e o efeito social-econômico ao mesmo tempo.

Ainda de acordo com Panzieri (2003), a Certificação ambiental está se tornando o recurso principal para aplicações de princípios de desenvolvimentos sustentáveis. O Regulamento europeu EMAS e o ISO 14001 Standard Internacional ambos requerem para certificação, executar sistemas de administração ambiental, para prevenir impactos ambientais e melhorar o desempenho ambiental continuamente.

Para uma boa avaliação do desempenho ambiental (EPE), a certificação precisa usar metodologias científicas compatíveis como a pesquisa científica; propomos análise emergética como um método válido para (EPE) e o desempenho emergético ambiental como indicadores de condições (EPIs, ECIs) como monitoramento a um sistema territorial: A Província de Ravenna

(Itália), utiliza indicadores emergéticos selecionados como indicadores para um EPE mais profunda: emissão/absorção (CO₂), consumos de energia, ar e medidas de poluição de água. O trabalho mostrou aquele sistema de Ravenna tem um desempenho ambiental bom e demonstra como indicadores diferentes da pesquisa as substâncias químicas mais avançadas (substância química* físico, analítico, etc.) contribua a um EPE completo de um sistema territorial complexo e é útil para a certificação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

5.6 A AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO ECOSISTEMA

De acordo com Higgins (2003), vários estudos mostraram uma alternativa para comercializar uma estimacão de valor para um estudo de caso na região de Exploração de Carvalhos em Ohio (EUA). Foram utilizados métodos da análise emergética, para ilustrar a tabulação de subsistemas ambientais, culturais e econômicos da região. A emergia determina a relação para a região em torno de 1.57 sugestionando uma sustentabilidade, mais ou menos aceita em ambientes dominados.

A relação de 15.2 indica níveis muito altos de áreas pouco desenvolvidas em regiões tipicamente desenvolvidas nos EUA e os dados demonstram relações entre 1 e 5. A relação de investimento da emergia da região é 2.3 é muito mais eficiente que algumas áreas urbanas com relações de investimento tão altos quanto 26; mas ainda sugestiona menos a eficiência e confiança na manutenção de recursos não-renováveis que outros estudos de sistemas naturais onde as relações de investimento são menos que um. A inclusão de análise de emergia cultural ainda requer muitas informações adicionais.

Segundo Odum (2000), a Costa do Equador estava naturalmente coberta com uma floresta de Mangrove rica e densa. Esta floresta apoiava uma rica pesca de camarão natural que empregava muitas pessoas. Nos anos

oitenta, foi delimitada área enorme desta Mangrove e dragada para formação de lagoas artificiais para a maricultura do camarão. O resultante da produção de camarão, muito alta, fez um número significativo das pessoas muito ricas. As pessoas pobres perderam a produção de camarão das áreas naturais que foram exploradas para criação de larvas, embora alguns fizeram um bom trabalho, tendo uma boa renda. Estes assuntos trouxeram a atenção pública à necessidade para análises cuidadosas destes sistemas.

Em 1990, H.T. Odum acompanha Stephen Olsen da Universidade dos Recursos Litorais de Rhode Island Centre em uma viagem para o Equador para investigar os padrões de uso de recursos litorais. De significação especial eram os sistemas de maricultura de camarão recentemente desenvolvidos no litoral do Equador. Como resultado daquela viagem foi produzido uma avaliação emergética das lagoas de camarão (ARDING, 1991), mostrando como um exemplo excelente de como fazer análise emergética. Podendo ser utilizado como modelo na análise emergética de qualquer processo na aqüicultura.

De acordo com Zuo P. et al., (2004) a Reserva da Biosfera Yancheng (YBR) fica situado ao longo da zona litorânea do Mar Amarelo da China com 900 km longo da Província de Jiangsu. As atividades humanas interferem enormemente na formação de pântanos (*westlands*) na YBR para pássaros migratórios que usam esta região como "área de pouso" com seu desenvolvimento econômico desde 1980. Parte das zonas experimentais e zonas costeiras foram transformadas em agricultura, aqüicultura, transporte ou edifícios, etc. que resultaram diretamente em muitos pássaros que perderam os seus *habitats* tendo sido ameaçados globalmente, como o (*Tringa guttifer*) e o (*Eurynorhynchus pygmeus*).

Assim sendo, desde 1993 foram criados alguns pântanos (*westlands*) na zona central da (YBR) para proteção de aves migratórias, quando ameaçadas de extinção, várias espécies de pássaros da costa marítima. Para

avaliação da sustentabilidade do ambiente local foram construídos os (*westlands*) como preocupação dos administradores, cientistas e ambientalistas locais. Neste trabalho que foi um estudo inicial da avaliação emergética de *westlands* naturais e *westlands* criados artificialmente (YBR), China. Dois indicativos emergéticos novos foram utilizados, Modo de Energia Básica (MEB) e Lucro Líquido (LI), são apresentados para comparar os benefícios ecológicos e econômicos destes diferentes (*westlands*).

Segundo Shufing (1998) o fluxo de energia sendo de um agro-ecossistema na Lagoa Taihu em combinação com a área da província de Jiangsu, China, foi estudado com um jogo de modelos numéricos. Os parâmetros do modelo estão baseados em 11 anos de registros. Os resultados mostram que a produção da energia total de dois subsistemas produtores apresentaram resultados semelhantes e que embora a energia introduzida nos dois subsistemas, a produção de energia do subsistema de peixe está crescendo rapidamente. A eficiência da energia dos subsistemas de produtores, diminuiu, enquanto a eficiência da energia do ecossistema combinada com o primeiro apresenta gradualmente um declínio.

A produção de energia líquida dos subsistemas produtores apresentam crescimento gradual, mas que do ecossistema na combinação que aumenta diminuindo assim a energia líquida do primeiro. Na distribuição de energia líquida per capita humana no ecossistema combina lentamente, mas diminuirá se o subsistema animal for afastado do ecossistema; isto mostra que o subsistema animal é uma parte necessária na combinação do ecossistema. É relativo à capacidade de proteção, eficiência de energia do ecossistema combinada com a recente qualidade das pessoas locais.

De acordo com Doure (2001), a energia usada pelos ciclos de vida de materiais de edifício principalmente como a energia introduzida para avaliar a disposição e reciclagem dos sistemas. A energia por massa (expressa em energia solar por grama [sej/gJ]) por construir materiais que variam de baixo

indicativo de 0.88 sej/g de E9 em madeira para 12.53 sej/g de E9 para alumínio, considerado relativamente alto. Geralmente, a energia por massa é um bom indicador para a habilidade de reciclar onde materiais com energia alta por massa são mais recicláveis. Podemos observar que a soma da reciclagem entre 01 (cimento) e 234% (madeira) para as contribuições de energia por grama para construir materiais. A análise de materiais sugerida para a reciclagem de madeira pode não ser vantagem em uma balança grande, mas metais, plásticos, e copo têm benefícios muito positivos.

Foram avaliados dois tipos de sistemas de disposição de desperdício sólidos: desperdícios sólidos municipais (WSM), e construção e demolição desperdiçada (C&D). Expressa em energia, os custos de coleccionar, ordenando à durabilidade (durante 25 anos) a (WSM) seja 251.0 E6, 8.2 E6 e 37.9 sej/g de E6, respectivamente. Os custos de demolição, coleção, escolha e durabilidade em desperdícios de C&D eram 49.0 E6, 21.7 E6, 6.7 E6, e 11.7 sej/g de E6, respectivamente. Três diferentes níveis de reciclagem foram identificados em suas trajetórias e análises: (1) material reciclado (o 'reuso' do material ex: copo de garrafas); (2) uso de subproduto (onde um subproduto de algum processo é usado para fazer algo completamente diferente ex: cinza em concreto); e (3) uso adaptável ou uso do novo (onde um material depois de reciclado é usado de novo para um propósito completamente diferente [ex: são convertidas caixas de papelão de leite de plástico em madeira de plástico]).

São três os índices que reciclam e medem os benefícios de vários sistemas sugeridos onde os materiais que têm grandes custos refinados e onde o maior potencial para alto benefício de reciclagem, são aqueles benefícios mais altos que parecem provir de material em sistemas reciclados, seguidos por adaptações em uso de novo sistema e subproduto de novos sistemas. Entretanto de acordo com Björklund (2001) examinando e avaliando, o uso de recursos ambientais para tratamento de água residuária em uma cidade sueca, utilizando a análise emergética. A análise de energia era aplicada, enquanto facilitava a comparação em uso de recursos do tipo substancialmente diferente.

Na análise de energia, todos os recursos são avaliados em base da quantia que dirige a energia solar indireta requerendo em sua geração. O estudo também inclui uma avaliação da quantia de energia associada com a produção de água residuária.

Em base de nossa análise, sugerimos que a grande quantia de energia de água residuária contém uma proporção na quantia de recursos empregados para tratamento de água residuária e os efeitos extensos em ecossistemas circunvizinhos de descarga de água sem tratamento. O uso de recursos naturais renováveis por habitante em sistemas de tratamento de água residuária municipais suecos são desprezíveis comparados com o uso de contribuições compradas, processado em grande parte com o apoio de energia fóssil. Uma troca drástica desta ordem exigiria aquelas áreas de terra extensa determinações humanas circunvizinhas sejam (indiretamente ou diretamente) dedicadas a tratamento de esgotos.

De acordo com Bastianoni (2000), foram desenvolvidos os termos de Energia e Exergia com funções e metas complementares. Por definição, Energia é diretamente proporcional à energia solar indiretamente requerida para gerar um fluxo ou armazenamento. A Exergia é uma propriedade de um sistema, enquanto medindo o trabalho máximo que pode ser extraído de um sistema quando for para o equilíbrio termodinâmico com um estado de referência. O conceito de Energia contém a história, o tempo e todos os processos diferentes envolvidos até o estado presente do sistema, enquanto Exergia é uma medida do estado atual, do nível de organização e do conteúdo de informação.

Estas duas aproximações são muito satisfatórias para auto-organizar e descrever sistemas como ecossistemas. A relação do fluxo de energia para exergia pode dar informação mais adiante sobre o estado de um sistema, enquanto mostrando que a concentração de energia solar equivalente, espaço e tempo (energia) é exigido a manter ou criar uma unidade de organização

(exergia). O índice proposto é relacionado à eficiência com que um sistema se organiza ou, se firma, mantendo sua complexidade. Para testar esta aproximação consideramos três lacunas litorais. Duas delas são artificiais, construídas pelo homem para purificar o esgoto. Uma lagoa de controle alimentada com crescimento de plantas no tratamento de esgoto local, e a outra uma forma de desperdício alimentada com água de estuário misturada com poluentes (ex: mais rico em nutrientes).

O terceiro sistema é a Lagoa de Caprolace (a Itália) que é um 'sistema natural', colocado em um parque nacional. Os resultados experimentais com a relação de energia/exergia tem o mais baixo valor pelo ecossistema de Caprolace. O desperdício da lagoa tem o custo ambiental mais alto para a produção de uma unidade de organização. O controle e o desperdício das lagoas mostram um valor decrescente da relação de energia /exergia com o passar do tempo, significado que a seleção natural está organizando os sistemas.

5.7 A ENERGIA E A ÁGUA RESIDUÁRIA

Os indicadores de energia são equivalentes na relação da energia no rendimento total por unidade investida e é avaliada a sugestão para modificar isto é, para responder nos presentes aos danos ambientais futuros devidos aos usos de um determinado recurso. O significado deste índice, com e sem a modificação proposta, é acentuado ilustrando os efeitos em longo prazo da poluição ambiental como também alguns fatores de incertezas muito freqüentemente, que não são levados em conta (ODUM, 1993; S. ULGIATI, 1993).

Na análise emergética todos os recursos são avaliados em base da quantidade de energia solar indireta do ecossistema. O estudo inclui uma avaliação da quantidade de energia associada com a produção agrícola,

(BJDRKLUND, 2001). O ciclo da água de abastecimento pode ser dividido em fases de captura da água do ambiente, potabilização, distribuição, coleta de água e desperdício, tratamento de água e desperdício e descarga no ambiente. A fase terminal deste ciclo, de coleta de água e o desperdício de descarga no ambiente, foram avaliados pela análise emergética. O fluxo de energia atribuído a um processo é então um índice do passado e presente a um custo ambiental (BASTIANONI, 2003).

De acordo com Edrakia (2004), observando o equilíbrio da água na irrigação de Eucalipto e de espécie de Grama utilizando água residuária, pode-se constatar que as plantas apresentaram comportamentos variados ao nível de nitrogênio. As perdas do ambiente também foram observadas. O crescimento do Eucalipto em relação a Grama foi significativo em condições ambientais de pântano ou área alagada, as alterações ambientais são minimizadas devido ao índice excessivo de chuvas, contribuindo com a dissolução da matéria orgânica e a quebra das moléculas poluentes. Outro fator de grande relevância a considerar quando se refere à irrigação é a evapotranspiração. Segundo (OWEIS, 2003) a irrigação realizada em grão de bico, mostra que o rendimento é significativo se realizado mais tarde, devido ao aumento relativamente grande em períodos de plantio antecipados. Porém, de acordo com Hossen, 2003 em ambiente semi-árido devem-se utilizar eficientemente a água, devido a altas taxas de evapotranspiração, segundo o autor quanto maior o tempo da plantação, melhor o período de retorno.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. EXPERIMENTO AGRÍCOLA

A pesquisa foi desenvolvida em campo, na Estação de Tratamento de Efluente (ETE) da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) na cidade de Campina Grande-PB com 550 metros acima do nível do mar, com coordenadas 70 13' 11" S e 35° 52' 31" W. A área experimental foi de 4200 m², distando 350m da (ETE-Catingueira), com uma diferença de nível de 5m, uma declividade de 1,5%; o solo da área é um Neossolo conforme (EMBRAPA, 1999) cultivado anteriormente com algodão, milho e algodão respectivamente. O último plantio foi feito com algodão no dia 03/11/2003. Os dados meteorológicos referentes ao período de cultivo e coleta dos dados estão na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Dados meteorológicos da estação climatológica CNPA/EMBRAPA, referente ao período da pesquisa.

DADOS METEOROLÓGICOS					
Mês/Ano	Temperatura Média (°C)	Precipitação (mm)	Evapotranspiração (ET _o , mm dia ⁻¹)	UR Média do ar (%)	Insolação Média (h)
11/2004	24,0	0,3	6,5	75	9,5
12/2004	24,3	1,8	7,1	75	9,1
01/2005	25,1	1,6	7,1	76	8,4
02/2005	25,4	0,7	6,1	79	8,0
03/2005	25,3	99,5	6,0	77	7,9
04/2005	24,8	23,9	4,4	77	7,5
05/2005	23,5	184,4	3,3	83	4,7
06/2005	21,8	263,4	1,5	89	2,4
07/2005	21,3	41,6	2,9	82	6,2
08/2005	21,0	123,5	2,6	84	4,8
09/2005	22,3	12,4	3,3	75	5,8

Fonte: Experimento - Meses de cultivo 12/2004 a 04/2005. UR – Umidade Relativa; h – hora; Temperatura Ambiente.

6.2 A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE) - CAGEPA (Catingueira / Campina Grande-PB)

A área rural analisada pertence à CAGEPA, (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba), trata-se da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos e Industriais oriundos da cidade de Campina Grande. O Saneamento urbano responsável pela saúde e harmonia do ecossistema do município, se administrado corretamente consegue oferecer um serviço social a população de boa qualidade, ao meio ambiente uma restauração destruidora da atividade humana e ainda oferecer benefícios de retorno, como oferecer alternativas de produção agrícola como na agricultura beneficiando o meio ambiente e a sociedade como nova forma de produção.

Quadro 3. Saneamento urbano no município de Campina Grande-PB

SERVIÇOS	DOMICÍLIOS (%)
Água	96,6%
Esgoto sanitário	81,0%
Coleta de lixo	94,6%

Fonte: IBGE (2000)

De acordo com a Quadro 3, podemos observar que o Saneamento urbano municipal, verificado em 2000, segundo o IBGE, oferece a população campinense, quase 100% dos domicílios abastecidos com água, o serviço de esgoto com índice significativo em torno de 81%, porém a cobrança pelo mesmo é feita apenas pelo seu deslocamento da residência para o ambiente de preferência o mais longe possível e não o seu tratamento correto antes de ser depositado ao serviço de coleta e reciclagem já esteja sendo utilizado com razoável.

6.3 ESTRUTURA FUNCIONAL DA ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

A ETE-Catingueira que representa uma das saídas de efluentes domésticos do município de Campina Grande-PB, apresenta atualmente apenas em forma de “Lagoa de Estabilização”, entretanto o projeto original apresenta a existência de aeradores ou geradores aeróbicos. Verificando assim

o índice residual a cada período do ano, onde observa-se que durante períodos de inverno (Junho à Agosto) aumenta o fluxo devido a ocorrência de chuvas, como também em períodos “Festivos” como Carnaval, São João e Natal onde a população da cidade cresce temporário e significativamente, ver Figuras 20 e 21 abaixo.



Figura 20. Estação de Tratamento de Efluentes (ETE-Catingueira Campina Grande/PB)

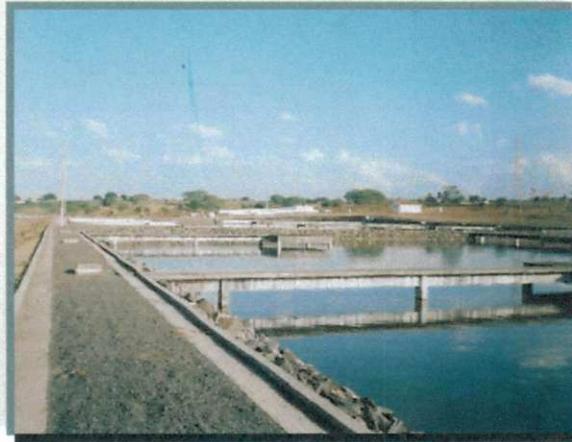


Figura 21. Visão interna da área da (ETE-Catingueira (Campina Grande/PB))

A seguir podemos observar que a ETE-Catingueira apresenta uma entrada de efluente onde é realizada a coleta de material sólido através da grade, caixa de areia e calha Parshall que evita o assoreamento da Lagoa, sendo necessário, portanto a sua retirada, ver Figura 22. Durante o período de maior incidência solar a ETE respira anaerobicamente de acordo com a Figura 23. O vertedouro da ETE acumula resíduos sólidos que atravessam a calha devido ao grande fluxo de água como podemos observar na Figura 24. Mesmo sem o devido tratamento o efluente tem saída para o meio ambiente levando nutrientes e agentes tóxicos as plantas do ecossistema (Figura 25).



Figura 22. Vista da grade, caixa de areia e calha Parshall (Pré-tratamento) da ETE Catingueira de Campina Grande-PB

Figura 23. Vista da ETE-Catingueira em fase de maior índice de respiração aeróbia, durante maior incidência solar.

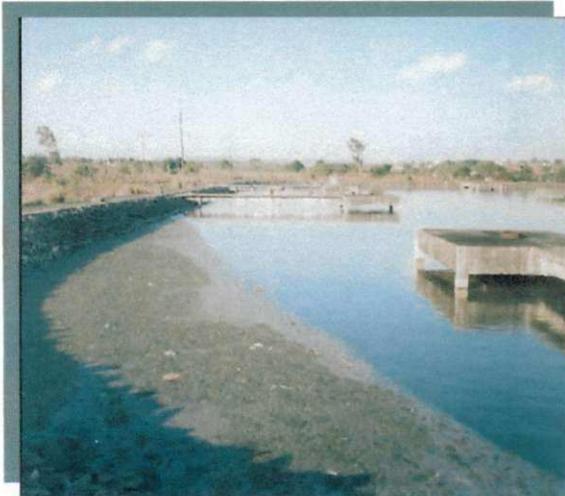
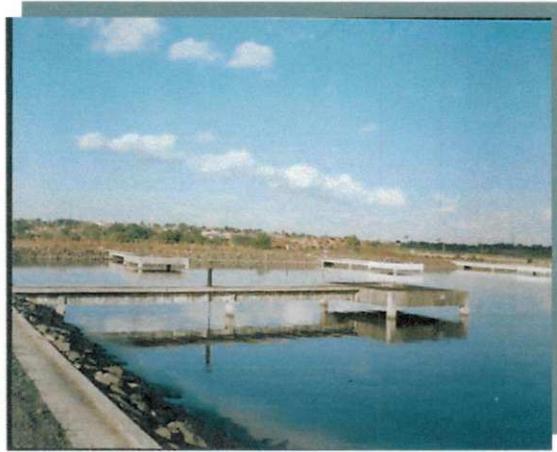


Figura 24. Imagem do vertedouro do efluente da 2ª lagoa da ETE-Catingueira de Campina Grande/PB

Figura 25. Vertedouro de saída do efluente final.



O efluente bruto antes de entrar na primeira lagoa passa por uma calha Parshall e uma grade, para conter a passagem de materiais sólidos de grande diâmetro. O efluente depois de passar pela 2ª lagoa desemboca no vertedouro de saída e vai alimentar plantios de milho, capim, tomate, pimentão e outras culturas.

6.4 MANUTENÇÃO DA ETE-Catingueira E O SEU PAPEL BIO-SOCIAL

A Estação de Tratamento possui um fator de grande importância para o município, quer seja no controle de todo resíduo líquido oriundo domiciliar ou industrial, ou como fonte de nutrientes de diversas culturas que se desenvolvem ao longo do trajeto desse material de acordo com a Figura 26. De acordo com a Figura 27, podemos observar que A ETE-Catingueira também recebe veículos depositores “carros pipa” de outras localidades, com intuito de tratar este efluente antes de direcioná-lo ao meio ambiente, realizando assim uma tarefa em defesa do mesmo.

Ao longo do trajeto do efluente, após deixar a estação, diversos agricultores utilizam suas águas para alimentar pequenas áreas de plantio, irrigando assim o capim, milho, feijão, mandioca, tomate etc. todas voltadas para o consumo e também como fonte de renda, como mostra a Figura 28, porém o indicativo de contaminação é muito alto, devido à composição da água residuária oriunda da atividade humana, sendo assim podemos encontrar resíduos de detergentes, produtos químicos, microrganismos agentes de diversas doenças entre outros.



Figura 26. O efluente sendo utilizado para irrigar diversas culturas.



Figura 27. A ETE-Catingueira recebe efluentes de outras localidades duas vezes ao dia.



Figura 28. Após “tratamento” o efluente é liberado para o meio ambiente.

É necessário que os órgãos públicos, responsáveis pela preservação ambiental consigam atentar para o impacto provocado pela água residuária colocada no meio ambiente sem devido tratamento.

6.5 A FASE EXPERIMENTAL - O CONTATO INICIAL

A área de plantio dentro da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE-Catingueira) no bairro do mesmo nome, todavia de difícil acesso e em áreas próximas, em sua maioria pequenas plantações de milho, feijão e capim,

ver Figura 29. A avaliação emergética proposta para o experimento requer, entretanto, que todos os valores da natureza (Renováveis e Não Renováveis), Equipamentos e Mão-de-obra sejam quantificados logo no início, para que sejam adicionadas sequencialmente todos os dados disponíveis.

Figura 29. A área do experimento com cerca de (1.600m²), ainda em fase de montagem

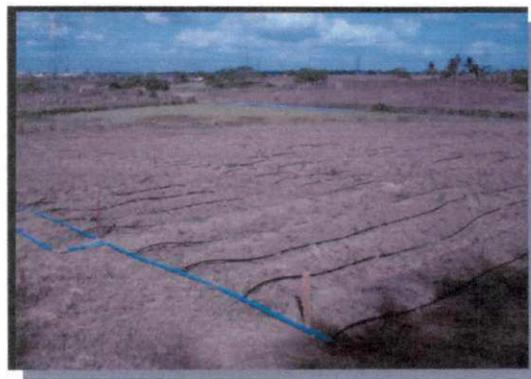


Figura 30. O ambiente que irá interferir no desenvolvimento da cultura do Algodão Colorido

É necessário que todos os valores sejam transformados seguindo o Manual de Cálculo de Emergia (em anexo) e disponível on-line através do site do Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada da Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP.

Na área do experimento podemos observar no ambiente da ETE-Catingueira, a existência de pequenos agricultores e resquícios de ambiente selvagem, como através da Figura 30, este ambiente, porém contribuirá na formação do algodão através da polinização através de insetos e aves, como também a ação destrutiva através de roedores e formigas.

6.6 O SOLO UTILIZADO NO EXPERIMENTO

O solo da área apresenta textura franco-argilo-arenoso com teores de areia, silte e argila de 62,9, 16,11, e 20,98 % respectivamente e teores de matéria orgânica de 1,19 %; fósforo 13,4 mg dm⁻³; potássio 6,4 mmol_c kg⁻¹; cálcio 39,0 mmol_c kg⁻¹; magnésio 45,4 mmol_c kg⁻¹ e teores do extrato de saturação de sódio, cloreto, bicarbonato 7,23; 14,25; 3,55 mmol_c L⁻¹ respectivamente, com condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) antes do cultivo de 1,67 dS m⁻¹, Percentagem de Sódio Trocável (PST) de 4,42% e Razão de Adsorção de Sódio (RAS) de 3,24.

Foram realizadas quatro coletas de solo para análise, a primeira foi uma coleta geral da área com dez amostragens perfazendo uma amostra única, antes de ser montado o sistema de irrigação e antes de ser divididas as parcelas experimentais, a segunda foi depois de ser divididas às parcelas e antes do plantio, com coletas perfazendo uma amostra composta das repetições para cada tratamento dentro do bloco. A terceira coleta foi depois dos 94 dias após a emergência das plântulas, início das chuvas e o término das irrigações, também com coletas perfazendo uma amostra composta das repetições para cada tratamento dentro do bloco.

A última coleta de solo foi realizada depois da estação chuvosa no mês de setembro. A umidade na capacidade de campo e ponto de murcha foi: umidade Cc 124,7 g/kg⁻¹ e umidade Pmp 45,3 g/kg⁻¹; o delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial misto (4 x 2 x 2) + 2, cujos fatores foram quatro lâminas de irrigação 480, 440, 400 e 360 mm, ausência e presença de nitrogênio e fósforo (0; 90 kg ha⁻¹ de N) e (0; 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) mais dois tratamentos adicionais irrigados com água de abastecimento público adubada com 90 e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio com uma lâmina de 440 mm por ciclo); cultivou-se o algodão de fibra marrom cultivar BRS 200, oriundo da EMBRAPA-Algodão em Campina Grande. A parcela experimental constou de uma área de 20 m², o arranjo de plantas foi em fileiras simples e o espaçamento de 0,20 m entre plantas e 1 m entre fileiras. A área útil foi representada pelas duas fileiras centrais.

6.7 ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA PARA IRRIGAÇÃO

As águas utilizadas na pesquisa foram provenientes da rede de abastecimento local e das Lagoas de estabilização da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE-Catingueira) da cidade de Campina Grande. As análises das características físicas, químicas e microbiológicas do efluente foram realizadas no início e duas vezes durante a pesquisa. As amostras foram coletadas no início da linha dos gotejadores, acondicionada em garrafas plásticas de dois litros, para análises microbiológicas, usou-se frascos de vidro esterilizado a 160°C e acondicionados em caixas de isopor. As análises de macro nutrientes e microbiológicas do efluente foram realizadas pelo Laboratório da Estação de Tratamento Biológico de Esgoto (ESTRABES/PROSAB/UFPB) e pelo Centro de Tecnologia do Couro e Calçado Albano Franco (CTCC/SENAI) com metodologia empregada de (APHA, 1995). As análises para fins de irrigação, macro elementos e metais pesados foram realizadas no laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/UFCG) e Laboratório de Química e Fertilidade de Solo, UFPB, conforme (RICHARDS, 1965).

6.8 ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, CCA/UFPB, de acordo com as metodologias propostas pela (EMBRAPA, 1997). Para o cálcio e o magnésio foi utilizada como solução extratora o (KCl 1N) e coquetel de buffer (Cianeto de Potássio, Trietanolamina e Solução Tampão pH 10) e a respectiva determinação processada por titulação com EDTA (0,0125N) em presença de Eriocromo (Black T).

Para determinação do fósforo e o potássio utilizou-se o extrator Mehlich (H_2SO_4 0,025N + HCl 0,05N) como solução extratora. O teor de fósforo no solo foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica e o potássio por fotometria de chama. A solução extratora para o sódio, no Complexo Sortivo, foi o (HCl 0,05N) e a determinação foi feita em fotômetro de chama com filtro específico. O alumínio foi determinado utilizando-se uma alíquota de 100 ml do sobrenadante e a ela adicionada o indicador (azul de

Bromatimol a 0,1%) cuja determinação foi feita com base na titulação com (NaOH 0,05N). O hidrogênio foi obtido, juntamente com o alumínio, a partir de solução extratora Acetato de cálcio pH 7,0. A determinação do pH na solução do solo na proporção de 1:2,5 de água destilada e a matéria orgânica foi determinada pelo método de Walkey-Black com a utilização da solução dicromato de potássio para efeito da oxidação da matéria orgânica e titulação com sulfato ferroso, conforme (EMBRAPA, 1979).

6.9 DETERMINAÇÃO DAS LÂMINAS E CONTROLE DAS IRRIGAÇÕES

O sistema de irrigação foi localizado do tipo gotejamento, a água da lagoa de estabilização era aduzida por uma motobomba centrífuga de 3 cv, passando por uma tubulação de 330 m de PVC de 50 mm, um filtro de areia com vazão de 10 mil L h⁻¹, filtro de disco 130 micron, até 2 caixas de água de 5000 L e ainda duas motobombas de 0,5 cv e dois filtros de tela 130 micron com gotejadores autocompensantes espaçados 50 cm com vazão de 4 L h⁻¹, a água de abastecimento era armazenada em duas caixas de 5000 L.

As lâminas de água foram estimadas com base nos dados referentes à cultura do algodão herbáceo, com espaçamento (E1) de 0,2 m entre plantas e (E2) 1 m entre linhas, coeficiente de cultivo (Kc) de 0,9 fator de cobertura (Fc) de 0,70 evapotranspiração potencial máxima (ETP_{máx.}) de 5,2 mm dia⁻¹ conforme (HARGREAVES, 1974), eficiência da aplicação de água (Ef) de 0,95% chegando ao valor de 0,69 L planta dia⁻¹ de acordo com a Equação a seguir, fazendo a transformação de mm dia⁻¹ em L dia⁻¹. A variação das lâminas aplicadas com os diferentes volumes aplicados por dia correspondem a (133, 105, 76 e 48% da ETP_{máx.}), que ao final de 94 dias com turno de irrigação de 3,5 dias resultou nas lâminas de (692, 554, 416 e 278mm).

$$VPLdia^{-1} = \frac{ETP_{m\acute{a}x} \times E_1 \times E_2 \times Kc \times Fc}{Ef}$$

Sendo:

VPL dia⁻¹ – Volume planta por dia (L)

Kc – Coeficiente de cultivo

ETP_{máx} – Evapotranspiração potencial máxima (mm)

Fc – Fator de cobertura

E1 – Espaçamento entre plantas (m)

Ef – Eficiência de distribuição de água (%)

E2 – Espaçamento entre linhas (m)

O plantio até a germinação total das sementes que durou cinco dias foi aplicada uma lâmina de 40 mm, em todos os tratamentos, a partir daí foi iniciado o controle utilizando um turno de irrigação de 3,5 dias; A irrigação foi interrompida aos 94 dias, mas ainda houve uma precipitação pluvial de 89 mm após ter sido cessada a irrigação, sendo essa precipitação contabilizada na lâmina final. Durante o experimento foram realizadas três avaliações do sistema em 54 gotejadores, sendo seis gotejadores por linha lateral, os coeficientes de uniformidade de distribuição foram respectivamente 96, 56; 93, 55 e 95,58%.

6.10 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO DO EXPERIMENTO

Todavia para a manutenção de todos os equipamentos eram necessárias limpeza, proteção e inspeções periódicas, sempre que necessário era realizado também uma limpeza, para a retirada de vegetação rasteira (gramíneas) que insistiam em nascer próximo ao algodão competindo com o mesmo pelos nutrientes do solo e da água. De acordo com as Figuras 31,32 e 33 a seguir, podemos observar toda a ETE-Catingueira, desde o Emissário oriundo dos bairros que compõem a cidade de Campina Grande, ou seja, o Efluente domiciliar, até a composição de todos os equipamentos que compõem o Experimento, montado ao lado das Lagoas de Estabilização em área da ETE-Catingueira pertencente à Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA).

Figura 31. Emissário da Lagoa de Estabilização na Estação de Tratamento de Efluente – (ETE Catingueira)

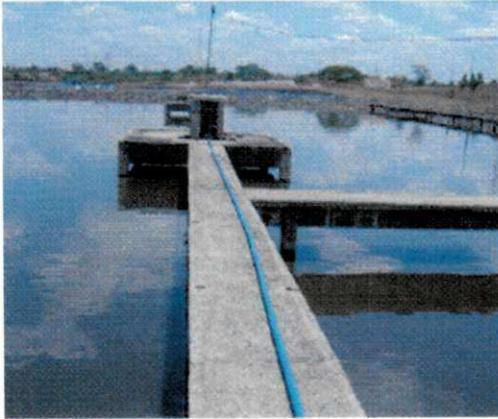
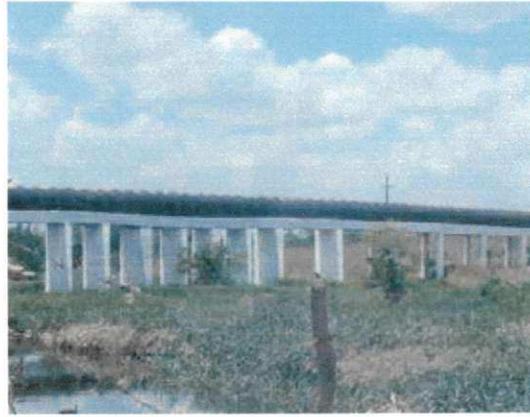


Figura 32. Captação Final do Efluente na Estação de Tratamento de Efluente (ETE-Catingueira)

Figura 33. Moto Bomba instalada dentro da ETE-Catingueira, impulsionando o efluente até a área de cultivo.

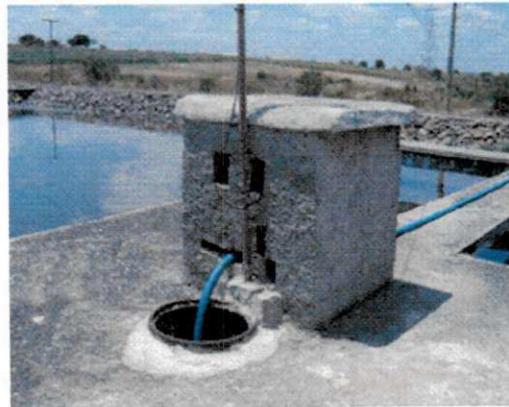


Figura 34. Área do experimento com as laminas de polietileno e gotejadores sobrepostas no terreno.

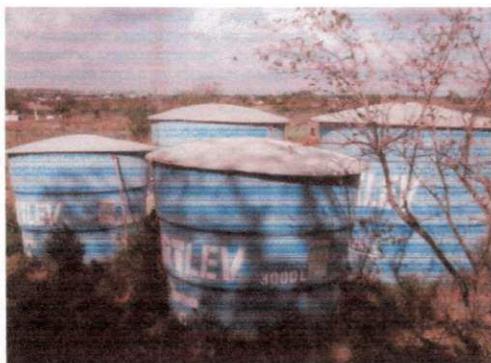


Figura 35. Caixas d'água (5000L e 3000L), utilizadas como reservatório (02 - Abastecimento e 02 Residuária).

Figura 36. Cabeçal de Controle composto por filtro de areia, motobomba, filtro de disco, filtros de tela e manômetros analógicos.



Figura 37. A Lâmina d'água representada pela mangueira de polietileno com gotejadores, através dos quais a água chegava até a planta.

De acordo com a Figura 34, podemos observar a área de cultivo em torno de 1.600m², caracterizando o solo com as mangueiras expostas indicando os tratamentos a serem utilizados no projeto com água de abastecimento e residuária.

As caixas d'água com capacidade de 6.000 e 3.000L estão interconectadas a uma Moto Bomba (3CV) que realizava o transporte da água residuária da Estação de Tratamento de Efluente – ETE-Catingueira, que também possuía uma Moto Bomba (3CV) dentro da estação, fazendo deslocar o efluente até a área de cultivo ver Figuras: 35 e 36. Todavia o efluente utilizado no experimento apresentou tratamento adicional específico, sendo a filtragem através de filtros de discos e de areia, sendo direcionado para o plantio do Algodão colorido como mostra a Figura 37.

De acordo com a Figura 38 a seguir, podemos observar a área da pesquisa com seus respectivos componentes e dimensões: a área de plantio corresponde á 1.600 m², onde as mangueiras de polietileno foram distribuídas por toda a área sendo interligadas as caixas que possuíam água de abastecimento e residuária. As mangueiras também apresentavam gotejadores distribuídas por toda a sua extensão, intercalados entre 15 cm de cada um.

EXPERIMENTO: IRRIGAÇÃO DE ALGODÃO COLORIDO (BRS-200)
COM ÁGUA RESIDUÁRIA E DE ABASTECIMENTO

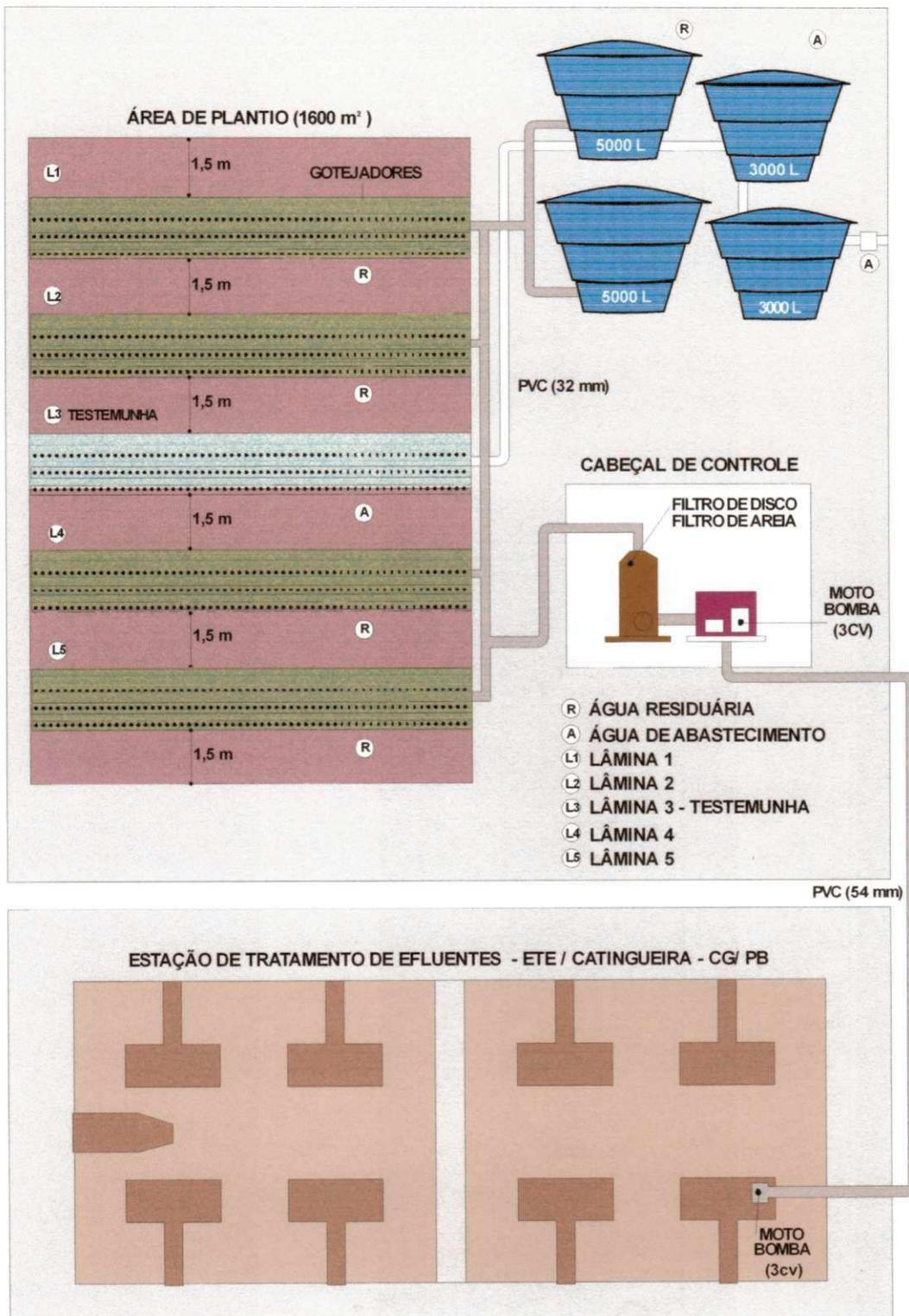


Figura 38. Projeto ilustrativo da área onde foi desenvolvido o experimento – (ETE-Catingueira) – CG/PB

6.11 ANÁLISE EMERGÉTICA DO ECOSSISTEMA

Este trabalho utiliza a análise emergética, para avaliar o uso dos recursos ambientais para a produção de Algodão colorido utilizando água residuária e de abastecimento, a Emergia é aplicada enquanto facilita a comparação do uso de recursos de tipo substancialmente diferentes. Para a realização deste trabalho emprega-se a metodologia emergética proposta por Odum (1971) que já foi utilizada para analisar os sistemas agrícolas intensivos em energia não renovável dos Estados Unidos e Europa (ODUM, 1996; BRANDT-WILIAMS 2001; ODUM 2000; ORTEGA 2001). Este trabalho propõe desenvolver a seguinte metodologia:

Para a avaliação emergética é necessária a construção de diagramas ecossistêmicos com recursos naturais renováveis e não renováveis inseridos no ecossistema, como também materiais e serviços. Para tanto se utiliza o Programa *The Visio Language of Business* (2000), para elaboração dos diagramas ecossistêmicos e numéricos. Para elaboração das planilhas de dados emergéticos é necessário os valores dos recursos naturais existentes no Manual de Cálculo de Emergia (em anexo), disponível no site do LEIA – Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada da UNICAMP.

A utilização da metodologia emergética consiste nas seguintes etapas:

- a) Construir o diagrama sistêmico para verificar e organizar todos os componentes e os relacionamentos existentes no sistema;
- b) Construir a Planilha de avaliação emergética, com os fluxos quantitativos, baseados diretamente pelos diagramas;
- c) Calcular os índices emergéticos, que permitirão avaliar a situação sócio-econômica e ambiental do sistema.

6.11.1 PROCEDIMENTO DA AVALIAÇÃO EMERGÉTICA - SIMBOLOGIA

O primeiro passo para conhecer um sistema é identificar seus componentes principais, as entradas e saídas. Isso foi possível durante a etapa de levantamento de dados a partir de trabalho de campo na ETE-Catingueira. A partir disto, pode-se desenhar um diagrama dos sistemas para mostrar as partes em forma simbólica e os caminhos seguidos pela massa e a energia. Os símbolos básicos para representar os componentes dos sistemas nos diagramas estão sendo usados desde 1965 e seu uso tem sido explicado em vários livros escritos por H.T.Odum. Os principais símbolos utilizados para a construção dos diagramas sistêmicos estão apresentados na Figura 39 a seguir.

Em seguida, pode-se desenhar o diagrama ecossistêmico de cada propriedade estudada. Odum (1996) desenvolveu uma linguagem simbólica gráfica, emprestando símbolos da eletrônica e sistemas de circuitos analógicos e criando outros próprios, para identificar funções e relações nos seus diagramas sistêmicos. Nestes diagramas aparecem os limites do sistema estudado, as funções forçantes externas ao sistema, seus componentes internos, as trajetórias dos fluxos de energia e materiais entre componentes, incluindo as importantes retro-alimentações dos processos em curso. Esses diagramas são essenciais na metodologia emergética e sua simbologia precisa ser estudada e internalizada para compreender e apreciar seu significado e funcionamento.

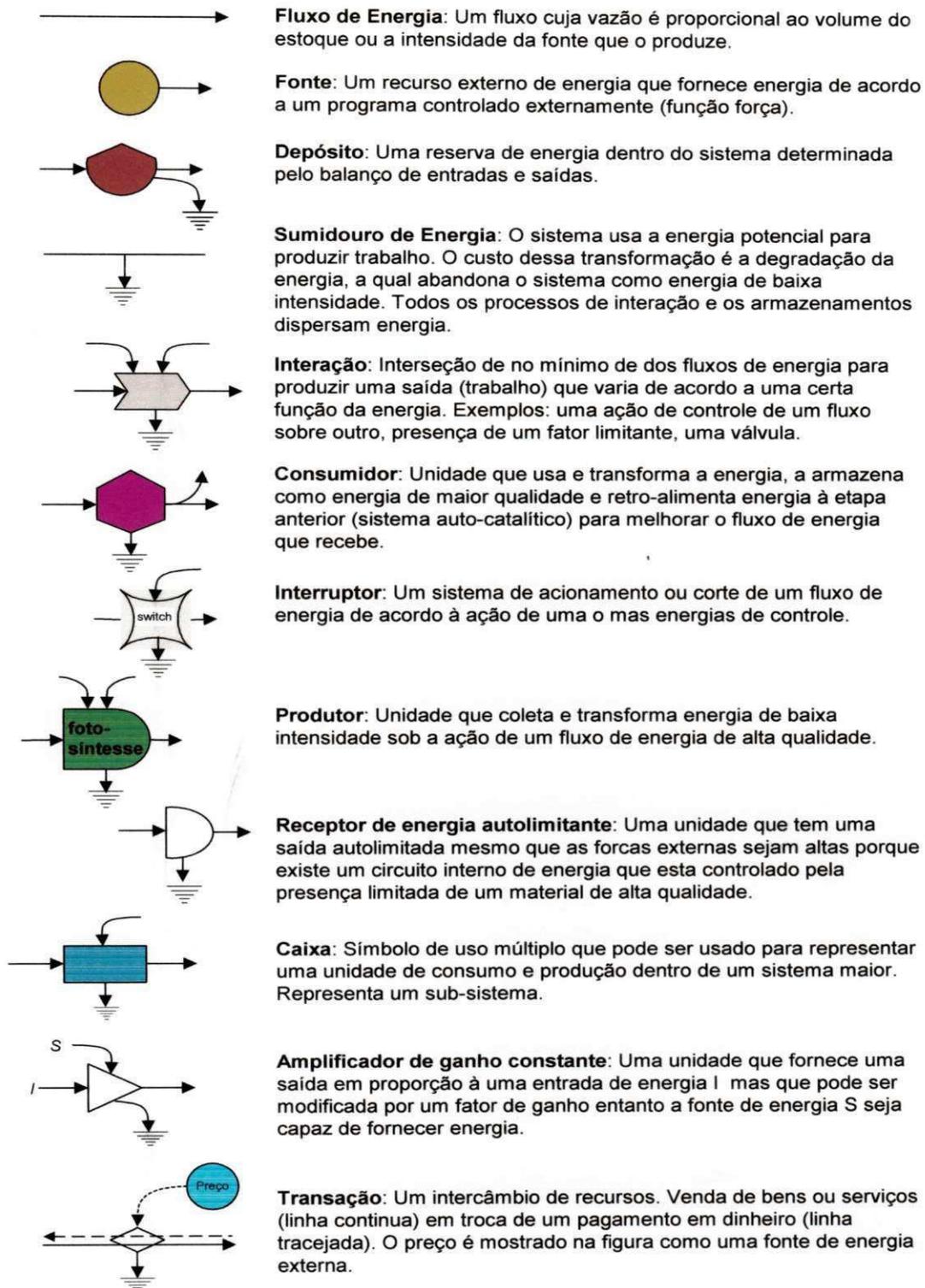


Figura 39. Símbolos da linguagem de fluxos de energia, com descrição qualitativa, para representar sistemas (Fonte: Adaptado de ODUM, 1996).

6.11.2 DIAGRAMA DE AGROECOSSISTEMA

Baseando-se na elaboração de uma análise do desempenho energético da Biosfera de acordo com Brown (1998), onde se descobriu que nesse século a taxa de renovabilidade global caiu de 95 para 27% e nos países industrializados a queda foi até 5 – 15%. É possível assim analisar subsistemas isolados. A seguir podemos identificar um diagrama resumido do agroecossistema.

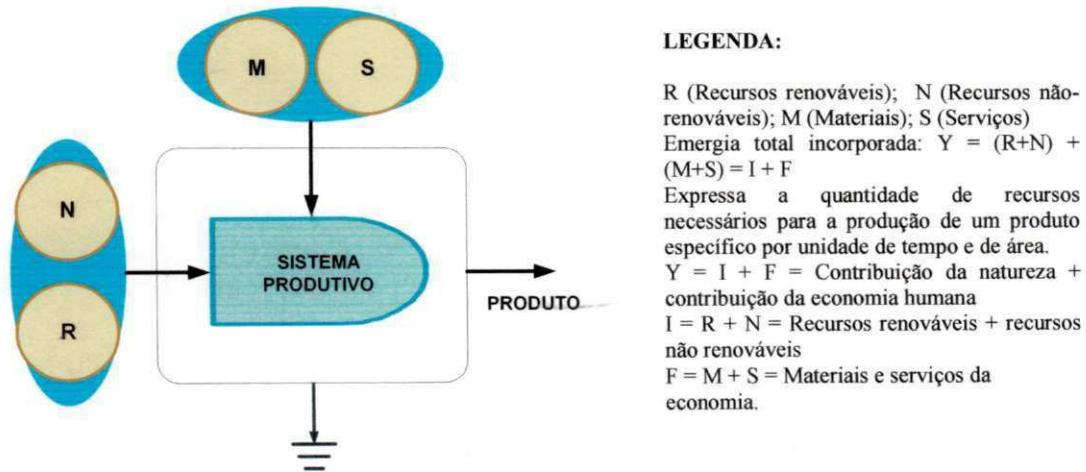


Figura 40. Diagrama resumido do agroecossistema

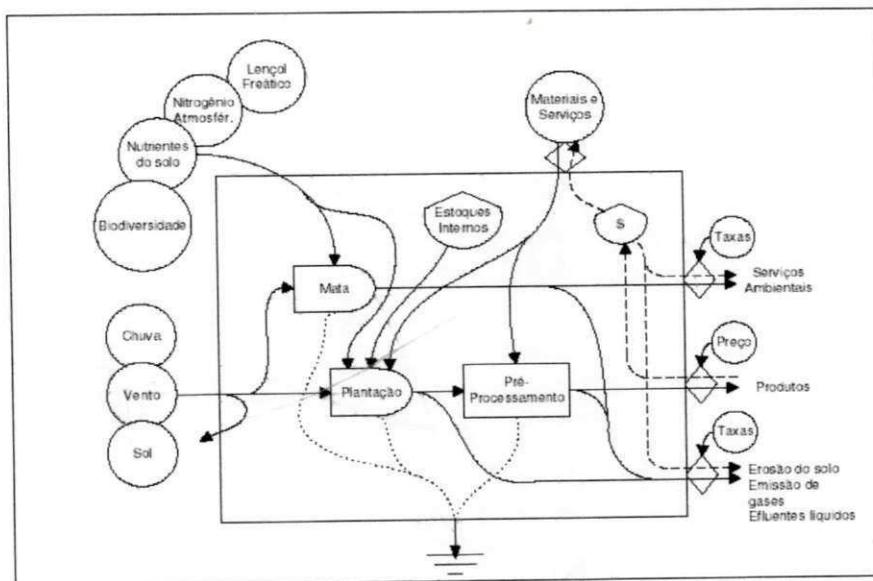


Figura 41. Diagrama de fluxos de energia de um sistema de produção genérico. Adaptado de Ortega (2002).

No diagrama, é necessário colocar os limites do sistema para identificar todos os fluxos de entrada e saída importantes que cruzam as fronteiras do sistema escolhido. Cada um desses fluxos se converte em uma linha que vai desde a fonte até o(s) componente(s) que a utiliza(m). São necessários para compor o diagrama de fluxo emergético, símbolos de ordem sintética que representam as interações de todos os elementos do sistema, como Recursos Renováveis, Não-Renováveis, Materiais e Serviços como mostra as Figuras 39, 40 e 41 de modo adaptado por Ortega (2002).

6.11.3 FLUXOS E CONVERSÕES

A segunda etapa consiste em converter cada linha dos fluxos de entrada do diagrama em uma linha de cálculo da Planilha de avaliação de energia. Cada linha na tabela é um "caminho" de entrada no diagrama agregado do sistema observado. Dessa forma, os "caminhos" são avaliados como fluxos em unidades por ano. Para realização desta etapa, é necessário a utilização de dados existentes no Manual de Cálculo de Energia (em anexo) e a construção da planilha com as fórmulas da Quadro 4, utilizando o Microsoft Office Excel.

Quadro 4. Valores gerais do Processo Emergético

	Fluxo em unidade comum	Fluxo em unidades padrão (J,kg,\$/ha.ano)	Energia (sej) por unidade (J,kg,\$)	Fluxo em energia sej/ha.ano	%
I=Recursos da natureza					
R=Recursos renováveis					
N=Recursos não renováveis					
F=Recursos da economia					
M=Materiais					
S=Serviços					
Y=Total					

A coluna (1) consiste em uma nota para referenciar os detalhes dos cálculos de cada um dos fluxos de energia, enquanto que a coluna (2) fornece o nome dos insumos do sistema. A coluna (3) contém o valor numérico da quantidade de cada fluxo e a coluna (4) contém as unidades dos valores da coluna (3). A coluna (5) contém o valor da transformidade ou energia por unidade (sej/kg, sej/J ou sej/US\$) para cada fluxo da coluna (3). A unidade da transformidade depende da unidade da coluna (4). A coluna (6) contém o fluxo de energia total, que é calculado multiplicando-se a coluna (3) pela coluna (5).

Como pode ser observado no Quadro 4, também há divisões na horizontal para facilitar a identificação dos tipos de recursos usados. Os primeiros fluxos colocados são os relacionados à contribuição da natureza (I), ou seja, os recursos naturais renováveis (R) e os não-renováveis (N). Depois são colocados os recursos da economia (F), que são divididos em materiais (M) e serviços (S). No final, tem-se o total de energia utilizado pelo sistema (Y), que é a soma de I com F. Com os valores desses fluxos agregados, é possível obter o valor dos índices emergéticos, os quais permitirão comparar sistemas.

A Transformidade é definida como “a energia solar requerida para obter 1J de serviço ou produto” (ODUM, 1996). A transformidade solar é medida em sej/J (sej: solar emjoule). A transformidade solar é obtida através da energia solar dividida por sua energia disponível. Segundo Odum (1996), os fluxos de energia no universo estão organizados hierarquicamente de acordo com a energia de transformação, e a posição nessa hierarquia, é dada pela transformidade, ou seja, ela mostra a qualidade da energia. Transformidade é também chamada de eficiência ecossistêmica (inverso da eficiência $TR=Y/Q_p$). Neste trabalho, para a tabela de avaliação emergética, foram utilizadas transformidades de outros trabalhos (citados nos cálculos). Os Indicadores emergéticos agregados e a tabela dos produtos do sistema, que contém a energia produzida e o dinheiro recebido, também é construída de acordo com o Quadro 5, a seguir.

Quadro 5. Exemplo para calcular a energia produzida e o dinheiro recebido pelo sistema

Produto	Produção (kg/ano)	Valor calórico do produto (kcal/kg)	Energia do produto (j/ha.ano)	Dinheiro recebido pelas vendas (r\$/ano)
Total:				

Definições obtidas de trabalhos de Comar (1998) e Ulgiatti et al. (1994): a energia não renovável (N) é o estoque de energia e matéria como os minerais, solo e combustíveis fósseis, que são consumidos em uma razão que excede o processo de produção geológica; a energia renovável (R) é o fluxo de energia que é praticamente constante e recorrente, que conduz os processos biológicos e químicos da Terra, e contribui para os processos geológicos; o retorno energético (F) é a energia proveniente de um nível hierárquico superior e que influencia o fluxo no sistema energético, como os combustíveis, bens e serviços provenientes das atividades humanas; o produto é a energia fornecida pelo sistema e corresponde à somatória das energias dos recursos utilizados. A transformidade também é usada para converter fluxos de energia de diferentes formas para energia da mesma forma. Também pode ser expressa em termos de massa (sej/Kg) ou dinheiro (sej/dólar).

Quadro 6. Transformidades solares típicas

ITEM SEJJ	VALOR EMERGÉTICO
<i>Energia solar</i>	1
<i>Energia do vapor</i>	62
<i>Energia cinética do vento</i>	623
<i>Matéria orgânica não consolidada</i>	4.420
<i>Energia geopotencial da chuva</i>	8.888
<i>Energia química da chuva</i>	15.423
<i>Energia geopotencial nos rios</i>	23.564
<i>Energia química nos rios</i>	41.000
<i>Energia mecânica em ondas e marés</i>	17.000 - 29.000
<i>Combustíveis consolidados</i>	18.000 - 40.000
<i>Alimentos, hortifrutigranjeiros, grãos</i>	24.000 - 200.000
<i>Alimentação protéica</i>	1.000.000 - 4.000.000
<i>Serviços humanos</i>	80.000 - 5.000.000
<i>Informação</i>	10.000 - 10.000.000.000.000

Fonte: Odum e Harding, 1991

No Quadro 6 encontramos os valores das transformidades solares típicas (em emjoules por joule) que são freqüentemente encontradas na natureza. A energia e a transformidade representam à adequação necessária da qualidade de energia que flui em um sistema, possibilitando a integração dos diversos componentes em uma base comum (ODUM, 1988) e que dentro de um processo de transformação, a energia decresce e a energia aumenta (ODUM, 1996).

6.11.4 ÍNDICES EMERGÉTICOS

A terceira etapa consiste em obter os índices emergéticos a partir dos indicadores agregados obtidos anteriormente através da tabela de avaliação de fluxos de energia. Os índices são os seguintes (CAVALLET, 2004) ver, Quadro 7 a seguir.

Quadro 7. Índices Emergéticos e Econômicos dos Ecossistemas Antrópicos

Transformidade	$Tr = \frac{Y}{Qp}$	Razão entre energia de um produto específico e a energia útil do produto.
Porcentagem de renovabilidade (%)	$\%R = 100 \left(\frac{R}{Y} \right)$	Mede a sustentabilidade do sistema produtivo.
Razão rendimento de energia	$EYR = \frac{Y}{F}$	Mede a incorporação de energia da natureza ou a energia líquida
Razão investimento de energia	$EIR = \frac{F}{I}$	Razão entre a contribuição da economia (F), que requer dinheiro dos recursos naturais (I).
Razão de carga ambiental	$ELR = \frac{(N+F)}{R}$	Razão entre os recursos não renováveis (N+F) e os renováveis (R).
Razão de intercâmbio emergético	$EER = \frac{y}{\left[\begin{matrix} (\$) \\ \text{sej} \\ (\$) \end{matrix} \right]}$	Relação entre a energia do produto e a energia em dinheiro recebido do mercado.
Rentabilidade econômica simples	$RE = \frac{(Vendas - CustosEcoômicos)}{CustosEcoômicos}$	Relação monetária entre o saldo e o investimento privado.
Rentabilidade econômica sistêmica	$RS = \frac{(Vendas - BenefíciosCustosTotais)}{CustosTotais}$	Receita decorrente de serviços prestados.

a) Transformidade (Tr): esse índice avalia a qualidade do fluxo de energia e permite fazer comparações com outras formas de energia de outros sistemas, além de ser uma medida da posição do produto em termos de hierarquia energética. A transformidade solar do recurso gerado por um sistema é obtida dividindo-se a energia que o sistema incorporou ao produto final (Y) pela energia produzida pelo sistema (Ep), ou seja, $Tr=Y/Ep$. Sua unidade é expressa em energia por unidade de energia, massa ou dinheiro, usualmente sej/J, sej/kg ou sej/US\$;

b) Renovabilidade Emergética (%R): é utilizada para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção. O índice de renovabilidade é expresso em porcentagem e é definido como a razão entre a energia dos recursos naturais renováveis empregados (R) e a energia total utilizada pelo sistema (Y), ou seja, $\%R=R/Y$;

c) Razão de Rendimento Emergético (EYR): é uma medida da incorporação de energia da natureza e é expresso como a relação do total de energia investida (Y) por unidade de retorno econômico (F), ou seja, $EYR=Y/F$. Indica quanta energia da natureza (gratuita) o processo retorna ao setor econômico;

d) Razão de Investimento Emergético (EIR): mede o investimento da sociedade para produzir determinado bem em relação à contribuição da natureza. O EIR é obtido através da divisão dos recursos da economia (F) pelos recursos provenientes da natureza (I), ou seja, $EIR=F/I$. Pode ser interpretado como um índice de competitividade que varia com o lugar e o tempo;

e) Taxa de Intercâmbio Emergético (EER): De acordo com Odum (2001), como as pessoas não pensam em unidades de energia, é recomendado o uso de seu equivalente econômico denominado em dólar. Ele é obtido através da razão energia/dinheiro, onde a energia contabiliza todas as fontes energéticas usadas pelo sistema natureza-economia humana do país em determinado ano, e o dinheiro é o produto nacional bruto (PNB) expresso em dólares na taxa média anual. Em Odum (1996), encontra-se o valor do em dólar para diversos países.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 A COLHEITA DO ALGODÃO

O período de montagem do Projeto até a colheita foi cerca de 09 meses, como é mostrado nas Figuras 42,43 e 44, a seguir, porém a colheita realizamos no mês de Maio/2005, para evitar perdas devido ao inverno que estava iniciando.

Figura 42 A colheita do Algodão exige dedicação e cuidados com os botões que perfuram a pele.



Figura 44. Com bom humor e trabalho conseguimos ultrapassar várias fases da pesquisa.



Figura 43. O empacotamento era necessário para separação dos tratamentos da pesquisa.



Resultados e Discussão

Toda a colheita foi antecipada, porém segundo a RAS (Relação de Adsorção de Sódio) dentro do período, antecipando o inverno que estava próximo e poderia extinguir todo o nosso trabalho. Realizamos toda a coleta em 15 dias com trabalho intensivo de 08 a 10 horas diárias, ver Figura 45 a seguir.



Figura 45. Toda a produção foi utilizada para análise nos Laboratórios da UFCG e EMBRAPA – Algodão, localizados no município de Campina Grande-PB.

7.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO E DA ÁGUA NO EXPERIMENTO

Pelos resultados da Tabela 2 a seguir, observamos que o Neossolo é de textura franco-argilo-arenosa. Quanto a fertilidade possui teor médio de

fósforo e alto de potássio respectivamente, sendo para esses teores recomendado para o algodoeiro adubação de fundação com 60kg de P_2O_5 e 20kg $há^{-1}$ de K_2O . O teor de sódio de $4,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ não muito alto, esteve nos níveis encontrados em solos cultivados e irrigados do Nordeste. Com pH de 7,06 e devido à ausência de alumínio não foi preciso efetuar calagem, verificase também um baixo teor de matéria orgânica de $7,7 \text{ g kg}^{-1}$.

Tabela 2. Análises física, química e de fertilidade do solo antes do cultivo

Atributos Físicos e Hídricos		Atributos Químicos e Fertilidade		
Areia (g kg^{-1})	629	pH	($H_2O - 1:2,5$)	7,06
Silte (g kg^{-1})	161	P_2O_5	mg dm^3	13,04
Argila (g kg^{-1})	210	K^+	$\text{Mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	6,7
Densidade (g cm^{-3})	1,43	Ca^{+2}	$\text{Mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	39,0
Porosidade total (%)	46,36	Mg^{+2}	$\text{Mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	45,4
CC – 0,033 MPa (%)	12,47	Na^+	$\text{Mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	4,2
PM – 1,5 MPa (%)	4,53	H^+	$\text{Mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	10,13
Umidade gravimétrica (%)	18,82	Al^{+3}	$\text{Mmol}_c \text{ dm}^{-3}$	0,0
Água disponível (%)	7,94	M.O.	(g kg^{-1})	7,7
		Nitrogênio	(g kg^{-1})	0,38

Textura: Franco-argiloso-arenoso

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade, Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG.

De acordo com os resultados obtidos do extrato de saturação do solo já irrigado com efluente durante três cultivos (algodão, milho e algodão), tabela a seguir, observa-se que o pH, a condutividade elétrica e a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) não tiveram os valores tão elevados. A concentração de bicarbonato foi de $3,8 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$, com ausência de carbonato e sulfato. O solo foi classificado como normal e não sódico, podemos observar através da Tabela 3 a seguir.

TABELA 3. Resultado da Análise do Solo (Salinidade), antes do Experimento.

Análise do Solo – Salinidade	
pH (Extrato de Saturação)	6,8
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹ a 25°C)	1,66
Cloreto (Cl ⁻) (mmol _c L ⁻¹)	13,75
Carbonato (CaCO ₃) (mmol _c L ⁻¹)	0,00
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) (mmol _c L ⁻¹)	3,8
Sulfato (SO ₄ ⁼) (mmol _c L ⁻¹)	0,00
Cálcio (Ca ⁺²) (mmol _c L ⁻¹)	3,13
Magnésio (Mg ⁺²) (mmol _c L ⁻¹)	5,63
Potássio (K ⁺) (mmol _c L ⁻¹)	1,77
Sódio (Na ⁺) (mmol _c L ⁻¹)	6,9
Percentagem de Saturação	26,66
Relação de Adsorção de Sódio –RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}	2,70
Percentagem do Sódio Trocável – PST (%)	4,28
Salinidade	Não Salino
Classe do Solo	Normal

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade, Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG.

A seguir podemos observar os valores médios da fertilidade do solo antes do cultivo do algodão tratado, evidenciando o percentual de nutrientes, quanto os valores de composição (Tabela 4), a seguir.

Tabela 4. Valores Médios da fertilidade do solo antes do cultivo do Algodão Colorido irrigado com água residuária e abastecimento.

Treatamento	P mg dm ³	K mmol _c dm ³	Na mmol _c dm ³	Ca mmol _c dm ³	Mg mmol _c dm ³	H mmol _c dm ³	C g kg ⁻¹
Fatorial	4,0	71,3	7,4	41,4	14,8	10,1	4,5
90kg ha ⁻¹	2,9	62,5	2,7	32,0	15,5	9,9	3,9
180 kg ha ⁻¹	2,9	53,4	9,1	39,5	23,5	13,2	5,7
	MO	N	CTC	PST	SB	V	----
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mmol _c dm ⁻³	%	mmol _c dm ⁻³	%	----
Fatorial	7,7	0,4	75,4	9,7	65,3	86,8	----
90 kg ha ⁻¹	6,7	0,3	61,7	4,4	51,8	84,0	----
180 kg ha ⁻¹	9,9	0,5	86,7	10,5	73,5	84,8	----

Fonte: Pesquisa, 2005.

Tabela 5 .Valores Médios da fertilidade do solo depois do cultivo do Algodão Colorido Irrigado com água residuária e abastecimento.

Tratamento	P mg dm ³	K mmol _c dm ³	Na mmol _c dm ³	Ca mmol _c dm ³	Mg mmol _c dm ³	H mmol _c Dm ³	Cg kg ⁻¹
Fatorial	11,42	138,46	2,45	44,33	11,04	17,43	6,52
90kg há ⁻¹	8,79	115,71	2,10	41,00	11,50	16,50	6,20
180 kg há ⁻¹	8,73	109,64	2,00	40,00	11,27	16,67	6,23
	MO g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	CTC mmol _c dm ⁻³	PST %	SB mmol _c dm ⁻³	V %	---
Fatorial	11,22	0,56	78,80	3,10	61,36	77,87	---
90 kg há ⁻¹	10,67	0,53	74,07	2,84	57,57	77,72	---
180 kg há ⁻¹	10,72	0,54	72,74	2,75	56,08	77,06	---

Fonte: Pesquisa, 2005.

De acordo com as Tabelas 4 e 5 acima, os valores médios de fertilidade antes e após o cultivo do algodoeiro irrigado com água residuária, verifica-se que o pH antes do cultivo variou de 7,03 a 7,19; após ter cessado a irrigação houve uma precipitação de 89 mm, certamente essa quantidade expressiva de água de chuva contribuiu para a redução do pH que baixou variando de 6,23 a 6,43. Já em relação às lâminas aplicadas houve uma tendência de aumento nas lâminas maiores, adequado para um bom desenvolvimento das plantas.

Na Tabela 6 a seguir, estão às concentrações dos elementos presentes na água de abastecimento e no efluente utilizado na irrigação, os teores de fósforo e nitrogênio são bastante elevados no efluente de esgoto doméstico, comparando-se com a água de abastecimento, como também os teores de sódio, potássio, ferro, boro, cobre e manganês. Quanto aos teores de metais pesados só o cádmio esteve abaixo do limite de detecção. O efluente é classificado como (C₂S₁) e, portanto alta salinidade, oferecendo riscos para irrigação, com restrições para irrigação em culturas moderadamente tolerantes a tolerantes, deve-se utilizar solos que tenham uma boa drenagem, devendo-se aplicar um excesso de água para uma boa lixiviação e utilizar matéria orgânica.

Resultados e Discussão

Quanto ao surgimento de problemas de obstrução no sistema de irrigação de acordo com Nakayama (1982) o pH, os teores de ferro apresentam grau de restrição ligeira a moderada. Entretanto de acordo com a University of Califórnia Committee of Consultants - CCCU (1974), os teores de sódio, bicarbonato, boro e a CE da água, tiveram grau de restrição de uso ligeira e moderada, nenhuma restrição quanto aos teores de nitrato. Quanto aos teores dos oligoelementos: cobre, manganês, zinco, chumbo, níquel e cádmio, estão muito abaixo dos valores máximos recomendáveis para irrigação de acordo com National Academy of Science - SAN (1972) e Pratt (1972). Inicialmente as águas de irrigação: Abastecimento e Residuária tinham as seguintes características:

Durante a condução do experimento foram coletados a cada 20 dias dados referentes à altura de planta, diâmetro do caule, área foliar, número de botões florais, número de frutos fechados, número de frutos abertos, peso médio de capulho por planta, biomassa de folhas, frutos, ramos, produtividade de algodão em caroço, produtividade de algodão em fibras, e parâmetros tecnológicos da fibra.

Tabela. 6 Indicativos dos níveis de água (Abastecimento e Residuária) utilizadas no experimento.

CARACTERÍSTICAS	ABASTECIMENTO	RESIDUÁRIA
pH	7,37	7,77
Condutividade Elétrica (CEa) / dS m ⁻¹	0,41	1,40
Fósforo / mg L ⁻¹	0,08	4,6
Ortofosfato solúvel / mg L ⁻¹	0,06	3,2
Amônia / mg L ⁻¹	0,96	51,25
Nitrogênio Total (N) / mg L ⁻¹	--	60,5
Nitrato / mg L ⁻¹	0,87	3,3
Nitrito NO ₂ / mg L ⁻¹	Ausência	6,0
Cálcio / mg L ⁻¹	26,00	25,00
Magnésio / mg L ⁻¹	11,52	23,4
Sódio / mg L ⁻¹	33,81	109,79
Potássio / mg L ⁻¹	5,46	23,01
Cloreto / mg L ⁻¹	340,5	199,0
Sulfato / mg L ⁻¹	95,71	27,36
Bicarbonato / mg L ⁻¹	140	195,81
Carbonatos / mg L ⁻¹	0	21,00
Ferro / mg L ⁻¹	0,55	1,34
Alcalinidade em carbonato / mg L ⁻¹	0,00	35,00
Alcalinidade em bicarbonatos / mg L ⁻¹	54,00	160,50
Alcalinidade total / mg L ⁻¹	54,00	195,50
Dureza total CaCO ₃ / mg L ⁻¹	113,12	178,12
Sólidos totais / mg L ⁻¹	0	797,00
Sólidos fixos / mg L ⁻¹	0	671,00
Sólidos voláteis / mg L ⁻¹	0	127,00
D.Q.O / mg L ⁻¹	90,00	330,00
D.B.O / mg L ⁻¹	7,6	46
Ovos de helmintos (ovo L ⁻¹)	0,00	0,00
Coliformes - tolerantes UFC/100ml	0,00	3,6x10 ⁶
Boro / mg L ⁻¹	--	1,54
Cobre / mg L ⁻¹	--	0,022
Manganês / mg L ⁻¹	--	0,09
Zinco / mg L ⁻¹	--	<LD ²
Chumbo / mg L ⁻¹	--	0,78
Níquel / mg L ⁻¹	--	0,05
Cádmio / mg L ⁻¹	--	<LD ³
RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	1,30	2,83
Classificação	C ₁ S ₁	C ₂ S ₁

Fonte: Pesquisa, 2005.

<LD²: Abaixo do Limite de Detecção – 0,06 mg⁻¹, <LD³: Abaixo do Limite de Detecção -0,001 mgL⁻¹. Análises realizadas: Laboratórios de Análises químicas, físicas e microbiológicas do (PROSAB), Campina Grande, PB, Laboratório de Irrigação e Salinidade, (LIS, UFCG), Centro de Tecnologia do Couro e Calçado Albano Franco, (CTCC/SENAI), Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, CCA UFPB.

7.3 VALORES NUTRICIONAIS DA ÁGUA RESIDUÁRIA

De acordo com as concentrações de nutrientes determinados no efluente foram estimadas as quantidades de nutrientes transportados ao solo com base nas lâminas aplicadas via água residuária durante 94 dias de cultivo. Observa-se na tabela a seguir, portanto as grandes quantidades dos nutrientes, destacando-se as distintas formas de nitrogênio e o conteúdo de sódio bastante elevado. Pelas grandes quantidades dos nutrientes transportados ao solo, certamente como o algodão, culturas anuais e perenes sejam perfeitamente supridas pelos nutrientes contidos nas águas residuárias domésticas, salientando, porém a escolha correta do sistema de irrigação e o cuidado no manejo da irrigação, ver Tabela 7.

Tabela 7. Valores nutricionais direcionados ao solo através da água residuária aplicada durante a irrigação

Lâm mm	NUTRIENTES								
	Amônia	Nitrato	Nitrito	Fósforo	P-orto	Potássio	Cálcio	Magnésio	Sulfato
	(Kg / ha ⁻¹)								
692	418,5	22,8	41,5	31,8	22,1	159,17	172,93	161,87	189,26
554	335,1	18,3	33,2	25,5	17,7	127,44	138,47	129,60	151,54
416	251,7	13,7	25,0	19,1	13,3	95,72	104,00	97,34	113,82
278	168,3	9,2	16,7	12,8	8,9	64,00	69,53	65,08	76,10
	(Kg / ha ⁻¹)								
	Sódio	HCO ₃ ⁻	CaCO ₃	Boro	Ferro	Cobre	Manganês	Chumbo	Níquel
692	759,45	1354,48	145,26	10,65	9,27	0,15	0,62	0,54	0,35
554	608,09	1084,53	116,31	8,53	7,42	0,12	0,50	0,43	0,28
416	456,73	814,57	87,36	6,41	5,57	0,09	0,37	0,32	0,21
278	305,36	544,61	58,41	4,28	3,37	0,06	0,25	0,22	0,14

Fonte: Pesquisa, 2005.

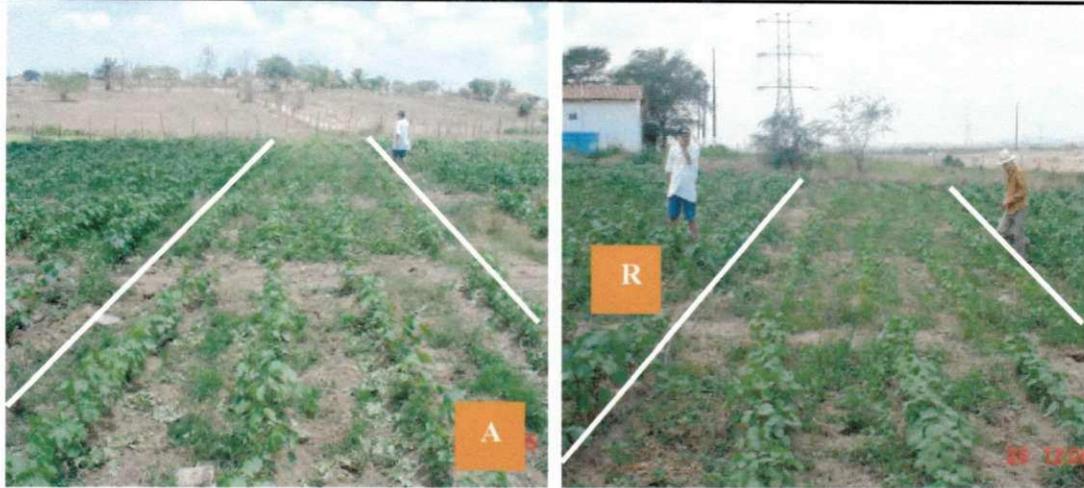


Figura 46. Detalhes nas diferenças de Tratamentos: Abastecimento e Residuária

De acordo com a Figura 46, no contraste da água de abastecimento (A) *versus* residuária (R) houve efeito significativo sobre a altura e cor das plantas nas diferentes fases de crescimento. Para o contraste entre os tratamentos adicionais não houve efeito significativo sobre a altura em todo o ciclo da cultura. Só houve efeito de bloco sobre a altura da planta aos 45 e 65 DAE (Dias Após a Emergência), e os coeficientes de variação apresentaram bons resultados.

7.4 INDICATIVOS DE PRODUÇÃO DO ALGODÃO COLORIDO

Na Tabela 8 a seguir, observamos o resumo da análise de variância para as variáveis de produção peso de um capulho, peso de 100 sementes, percentagem de fibra, algodão em caroço, em pluma e sementes, onde se verifica que não houve efeito significativo das lâminas testadas sobre o peso de cem sementes e percentagem de fibra. As lâminas testadas influenciaram de forma significativa ($p \leq 0,01$) sobre o peso do algodão em caroço em pluma e sementes. Não houve efeito dos tratamentos na ausência e presença dos adubos de nitrogênio e fósforo e entre nitrogênio e fósforo sobre o peso de cem sementes e de lâmina e nitrogênio sobre a percentagem de fibra.

No contraste das lâminas com água residuária versus a de abastecimento houve efeito significativo para todas as variáveis analisadas de produção. Já para o contraste entre a de abastecimento não houve efeito significativo para nenhuma variável. Houve efeito de bloco para o peso do algodão em pluma. O que representa valores significativos médios utilizados para a avaliação emergética, onde o algodão em pluma é utilizado na produção de artefatos de vestuários e artesanatos.

Tabela 8. Valores médios do peso de um capulho e de cem sementes, percentagem de fibra, algodão em caroço, em pluma e sementes do algodoeiro irrigado sobre diferentes lâminas de água residuária, com e sem nitrogênio e fósforo.

Fatores	Peso 1	Peso 100	Fibra	Alg.	Alg.	Sementes
	Capulho	Sementes		Caroço	Pluma	
	(g)	(g)	(%)	(t.ha ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)
Lâminas (mm)						
781	6,99	11,83	38,11	3,77	1,44	2,33
643	6,64	11,83	38,67	2,94	1,13	1,80
505	6,41	11,48	39,47	2,19	1,86	1,33
367	6,21	11,35	39,26	1,95	0,77	1,18
N (Kg ha⁻¹)						
0	6,56 a	11,703 a	38,71 a	2,84 a	1,09 a	1,74 a
90	6,55 a	11,457 a	39,12 a	2,62 a	1,05 a	1,59 a
F (Kg ha⁻¹)						
0	6,69 a	11,706 a	38,84 a	2,77 a	1,07 a	1,70 a
60	6,42 a	11,454 a	38,99 a	2,70 a	1,05 a	1,64 a
R x A						
Residuária	6,56 a	11,58 a	38,92 b	2,74 a	1,06 a	1,68 a
Abastecimento	5,56 b	10,31 b	40,19 a	1,33 b	0,53 b	0,80 b
A 90(kg/ha ⁻¹)	5,20 a	10,05 a	41,27 a	1,32 a	0,54 a	0,77 a
A 180(kg/ha ⁻¹)	5,92 a	10,58 a	39,11 a	1,35 a	0,53 a	0,82 a

Fonte: Pesquisa, 2005.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Tabela 8, observa-se os valores médios das variáveis de produção para cada fator estudado, em que as médias para os dois fatores

nitrogênio e fósforo foram maiores em valores absolutos com a ausência dos adubos, exceto para a percentagem de fibra, observa-se, portanto que mesmo na ausência dos adubos a produção de algodão em caroço foi estatisticamente à mesma.

Na variabilidade da água residuária *versus* abastecimento observa-se que as médias da residuária só não foram maiores para percentagem de fibra quando comparado com as médias da água de abastecimento, mas o restante das médias das variáveis foram superiores com médias de 2,74 e 1,33 t ha⁻¹ de algodão em caroço, e de 1,06 e 0,53 t ha⁻¹ de algodão em pluma para a residuária *versus* abastecimento respectivamente. Já entre a água de abastecimento as médias foram superiores em valores absolutos para o tratamento que recebeu 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio, exceto para percentagem de fibra e algodão em pluma.

Para a avaliação emergética foi considerado uma média de 1.500t ha⁻¹ em pluma do algodão colorido, para a lâmina de maior fluxo de 781(mm) de água residuária tratada durante a irrigação. E conseqüentemente foi levado em consideração 500 t ha⁻¹ na produção de pluma do algodão colorido, quando irrigado com água de abastecimento.

7.5 DIAGNÓSTICO EMERGÉTICO NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ALGODÃO COLORIDO IRRIGADO COM ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA.

Inicialmente foi realizada a Análise Emergética na produção de Algodão Colorido - (BRS-200), uma variedade que promete ascensão no mercado consumidor, devido a sua utilização na fabricação de vestuários "Ecologicamente Corretos", uma vez que é colorido naturalmente e não precisa de "tingimento" industrial agredindo o meio ambiente através de produtos químicos. Sendo necessário determinar o valor da transformidade na produção do Algodão Colorido no comparativo entre a água de abastecimento e a mesma produção com água residuária, utilizada em vários países como suplemento da agricultura de vários produtos. As contribuições dos recursos

naturais e humanos foram quantificadas para o sistema de produção de algodão utilizando a metodologia emergética. Os índices que expressam o grau de sustentabilidade ecológica e econômica do sistema foram descritos teoricamente e calculados. Para a realização da análise emergética na produção do Algodão Colorido, foi idealizado um sistema experimental para várias análises desde o sistema de irrigação utilizado, análise do solo, planta e tipos de água utilizada, todo o processo tinha como objetivo a utilização de dados para novas pesquisas.

Diversos países no mundo inteiro sofrem com o problema da poluição, sendo um fator resultante do crescimento demográfico excessivo como no caso da China, uma megalópole industrial fortemente poluída como é o caso da Chongqing. Para avaliar o índice de poluição da água da cidade, calculamos o custo ambiental em recursos financeiros e estimamos cerca de 1,2 de centavos do produto total, para os gastos mínimos, com intervalo de confiança de (0.9 – 1.5). Os danos para a agricultura constituem a maior parte dos custos, 56 por centavo cobrado, enquanto que os danos para a saúde e a indústria são 20 e 18 centavos, respectivamente (CHANG, 2001). A poluição das águas acaba afetando também a agricultura, através do uso de água não tratada ou poluída na irrigação de plantações. De acordo com (FOY RH, 2001) a água contaminada com agentes tóxicos, fixam no solo levando ao acúmulo, como também agentes biológicos oriundos do manuseio da própria fazenda, prejudicando plantações futuras que venham utilizar aquele solo.

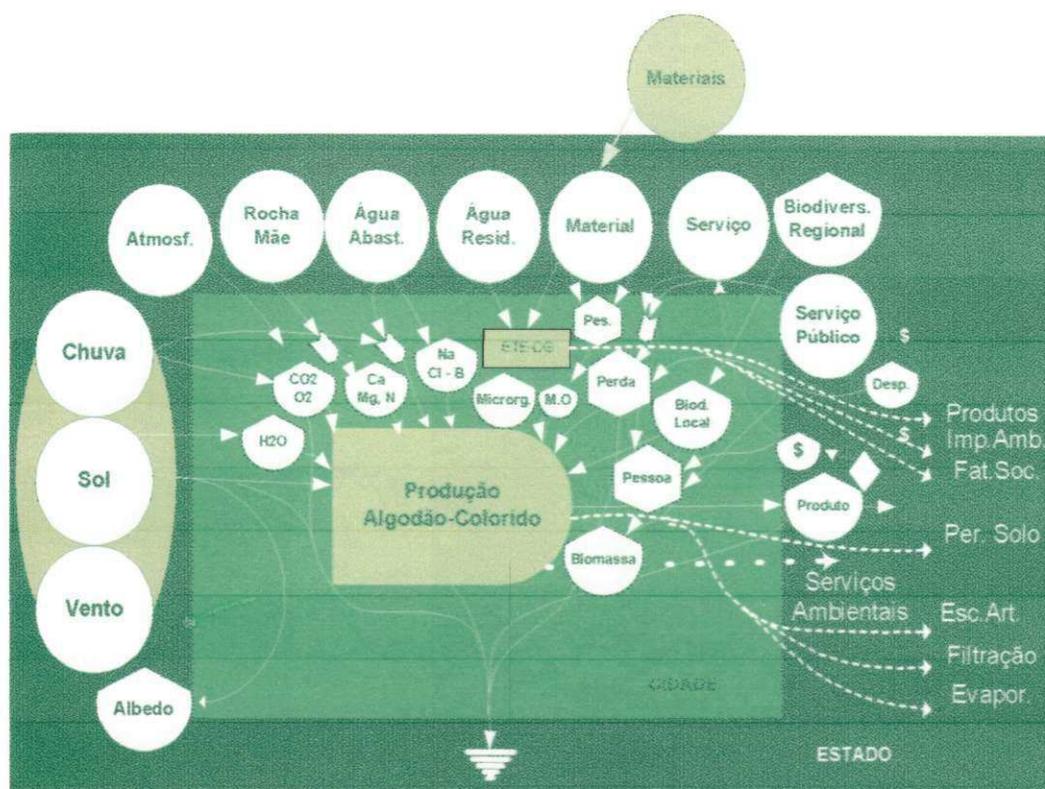


Figura 47. Diagrama Ecosistêmico do Ambiente Semi-Árido na Produção do Algodão Colorido - (BRS-200), utilizando irrigação com água residuária – ETE /CG-PB e de abastecimento.

Legenda:

Recursos Renováveis = Chuva, Sol, Vento, Albedo (Excesso de Recursos Renováveis não aproveitáveis); Não Renováveis=Atmosfera, Rocha Mãe (nutrientes), Água residuária e abastecimento (Elementos: Ca, Mg, N, Na, Cl, B, Microrganismos, Matéria Orgânica); Materiais: Fertilizantes, Pesticidas, Efluente (ETE-Catingueira); Serviços: Pessoas, Perda, Serviço Público, Despesas. Outros: Biodiversidade Regional, Biodiversidade Local, Perda, (Evapotranspiração), Impactos Ambientais, Fatores Sociais, Perda do Solo, Serviços Ambientais: Escoamento Artificial, Filtração, Evaporação etc.

Os valores dos fluxos de entrada e saída de materiais e serviços foram obtidos a partir de pesquisa na literatura científica e de pesquisas de campo na elaboração, compra de equipamentos e montagem do experimento, (Figura 47). O símbolo de depósito no centro do diagrama representa a Produção de Algodão que recebem como insumos diretos o sol, o vento, os nutrientes da atmosfera, águas utilizadas no experimento como: Água de Abastecimento e Residuária, Materiais e Serviços da Economia. Há formação

de estoques (símbolo de tanque arredondado) que saem do sistema como crescimento excessivo de plantas daninhas, devido ao excesso de nutrientes orgânicos oriundos da Água Residuária Domiciliar. A entrada de dinheiro no sistema entrou na elaboração do projeto e análises dos produtos envolvidos: água, planta, solo, mão-de-obra e materiais que são os recursos comprados da economia. A planta necessita de água e sais minerais para o seu crescimento, porém a inserção destes minimiza o impacto ambiental e diminui o custo financeiro da produção envolvida.

7.6 DIAGRAMAS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO ALGODÃO COLORIDO

Sendo necessário enfatizar que o diagrama sistêmico de fluxos energéticos para a produção do Algodão Colorido, onde estão demonstradas as principais entradas e saídas do sistema e suas principais interações; Onde é necessário enfatizar que o diagrama sistêmico registra apenas os fatores mais importantes presentes no sistema observado, que são passíveis de quantificação dentro de uma avaliação emergética, pressupondo que, embutidos nela, encontram-se todas as retroalimentações dos sistemas complexos.

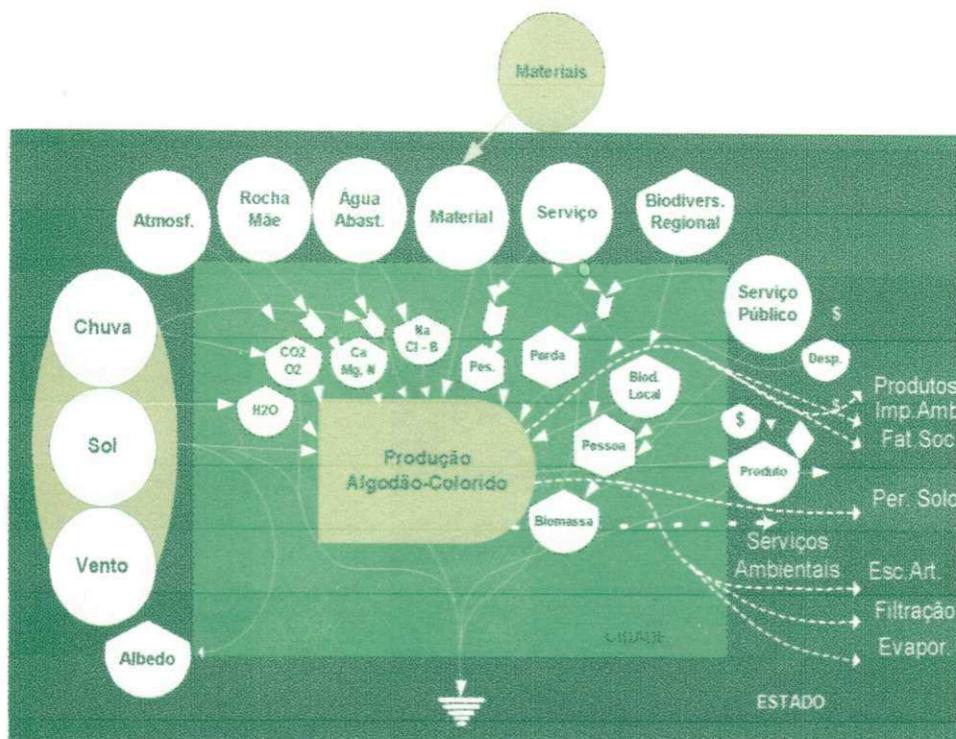


Figura 48. Diagrama Ecosistêmico do Ambiente Semi-Árido na Produção do Algodão Colorido – (BRS-200), utilizando irrigação com Água de Abastecimento.

Legenda:

Recursos Renováveis = Chuva, Sol, Vento, Albedo (Excesso de Recursos Renováveis não aproveitáveis); Não Renováveis=Atmosfera, Rocha Mãe (nutrientes), Água residuária e abastecimento (Elementos: Ca, Mg, N, Na, Cl, B, Microorganismos, Matéria Orgânica); Materiais: Fertilizantes, Pesticidas, Efluente (ETE-Catingueira); Serviços: Pessoas, Perda, Serviço Público, Despesas. Outros: Biodiversidade Regional, Biodiversidade Local, Perda. (Evapotranspiração), Impactos Ambientais, Fatores Sociais, Perda do Solo, Serviços Ambientais: Escoamento Artificial, Filtração, Evaporação etc.

De acordo com o diagrama, na Figura 48 pode-se observar que a água de abastecimento que é fornecida para o município de Campina Grande, através da CAGEPA (Companhia de Água e Esgoto da Paraíba) apresenta grande toxicidade quanto a íons específicos como Sódio (Na), Cloretos (Cl⁻) e Boro (B) e outros.

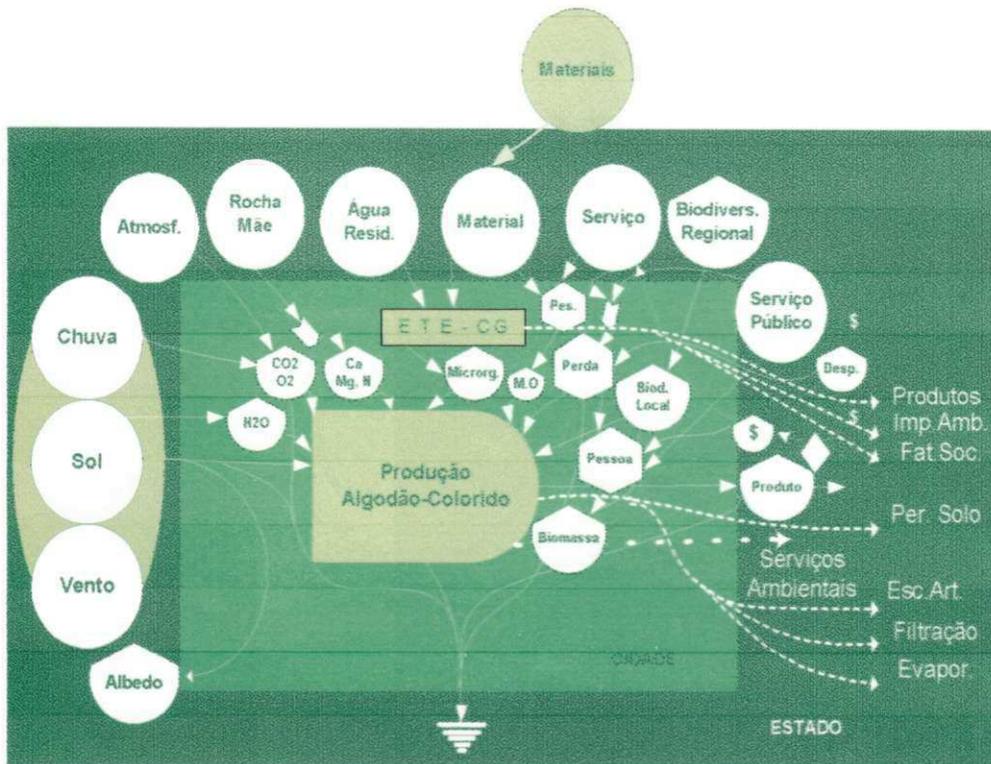


Figura 49. Diagrama Ecosistêmico do Ambiente Semi-Árido na Produção do Algodão Colorido - (BRS 200), utilizando irrigação com Água Residuária – ETE / Catingueira / CG-PB.

Legenda:

Recursos Renováveis = Chuva, Sol, Vento, Albedo (Excesso de Recursos Renováveis não aproveitáveis); Não Renováveis=Atmosfera, Rocha Mãe (nutrientes), Água residuária e abastecimento (Elementos: Ca, Mg, N, Na, Cl, B, Microrganismos, Matéria Orgânica); Materiais: Fertilizantes, Pesticidas, Efluente (ETE-Catingueira); Serviços: Pessoas, Perda, Serviço Público, Despesas. Outros: Biodiversidade Regional, Biodiversidade Local, Perda. (Evapotranspiração), Impactos Ambientais, Fatores Sociais, Perda do Solo, Serviços Ambientais: Escoamento Artificial, Filtração, Evaporação etc.

Entretanto de acordo com o diagrama da Figura 49, referente à água residuária pode-se observar que várias são as suas contribuições para o meio ambiente como a DBO, DQO, Fósforo entre outros. A matéria orgânica existente na (AR) contribui para o crescimento da planta, ressaltando a presença de macro e micronutrientes.

7.7 ANÁLISE EMERGÉTICA NA PRODUÇÃO DE ALGODÃO COLORIDO

Na Tabela 14 estão apresentados os valores dos fluxos que foram calculados para realizar-se a análise emergética do sistema de produção do Algodão Colorido. As contribuições dos Recursos da Natureza que forma quantificadas são: Energia Solar, Chuva, Vento, Pessoas, Banco de Sementes, Micro nutrientes, Nitrogênio, Sedimentos e Pessoas. Como Recurso Não Renovável tem-se a Perda do Solo, Perda da Biodiversidade e Perda de Pessoas.

Os Insumos vindos da Economia que foram contabilizados foram: Sementes Fiscalizadas, Análise de Água-Abastecimento, Indicativos da Análise (pH/Extrato-Saturação, Condutividade Elétrica, Fósforo Total, Ortofosfato Solúvel, Amônia, Nitrato, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Sólidos Totais, DQO), Micronutrientes, Equipamentos (Bombas, Canos, Mangueiras, Caixas d'água, Conexões, Gotejadores, Combustível, Herbicidas, Aço e Madeira). Como serviços têm-se: a Mão-de-Obra Simples e Mão-de-Obra Qualificada, Assistência Técnica e ainda como Serviços Adicionais temos o Tratamento de Efluentes, Tratamento Médico e Riscos e a Energia Elétrica.

Podemos observar que segundo a Tabela 9 as contribuições mais importantes são os componentes dos materiais que compõem o experimento que corresponde a $1,14E+16$ sej/ano ou 71% do total dos recursos. A segunda contribuição mais importante é a mão-de-obra empregada + serviços adicionais que corresponde a $3,1E+22$ sej/ano ou 20% do total dos recursos empregados. Para se produzir algodão colorido com água de abastecimento seria necessário $2,0E+22$ sej/ano, o custo torna-se mais alto, pois a água não possui nenhum adicional de nutrientes para a planta.

Tabela 9. Avaliação Emergética do sistema de produção de Algodão-Colorido em Água de Abastecimento (Modelo Geral)

ITEM	FRAÇ. REN.	UNID. ANO	CONVERS. UNIDADES	TRANF. Sej/UNID	FLUXO EMERG	FLUXO E. Ñ R.	FLUXO E. TOT.	%
Rec.Naturais								
Renováv. (R)								
1. Sol	1	J	2,16E+12	1,00E+00	2,16E+12	0	2,16E+12	0,0
2. Chuva	725	J	5,00E+03	4,70E+04	1,18E+14	0	1,18E+14	0,1
3. Vento	1,3	J	1,00E+00	2,45E+03	1,62E+13	0	1,62E+13	0,0
4. Pessoas	1,7	J	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	0	2,00E+01	2,4
5. B. Sem.	10,0	Kg	1,00E+00	1,47E+12	1,47E+13	1,43E+12	2,9E+14	14,0
6. Nutrientes	10,0	Kg	1,00E+00	3,00E+12	3,00E+13	2,98E+12	5,98E+13	21,0
7. Nitrogenio	180,9	Kg	1,00E+00	4,61E+12	8,34E+14	8,01E+14	16,35E+15	32,0
8. Sedim.(C)	0,5	Kg	1,00E+00	3,30E+12	1,65E+12	1,60E+11	3,25E+13	2,7
Ñ. Renv. (N)								
Rec.Ecn. (F)								
Mater. (M)								
9. Sem.Fisc.	10,0	Kg	1,00E+00	1,47E+12	1,47E+13	1,40E+12	2,87E+13	14,0
10. A.A.Abst.	400	R\$	2,50E+00	1,00E+13	4,00E+15	3,92E+14	7,92E+15	28,0
11. Ind.Anal.	764	Mg/L	1,18E+07	2,70E+04	7,32E+11	7,01E+10	14,33E+11	29,0
12. Micron.	000	Kg	0,00E+00	9,17E+14	7,20E+15	7,03E+13	14,23E+15	28,0
13. Equip.	758	Kg	3,26E+03	4,36E+04	7,32E+11	7,09E+10	14,41E+11	28,0
Serviços (S)								
14. M.O.S.	90	h/ha	2,80E+06	8,04E+13	1,21E+22	1,20E+21	2,41E+22	2,6
15. M.O.Q.	100	h/ha	2,80E+06	3,76E+12	3,80E+16	3,78E+15	7,58E+16	28,0
16. A.Tec.	50	\$/ha	2,80E+01	3,30E+12	1,65E+14	1,60E+12	3,25E+14	15,0
S.								
Adicionais								
17. T. Efl.	1,29	R\$	2,50E+00	3,30E+12	1,06E+13	1,02E+11	2,08E+13	2,3
18. T.M.R.	0,01	R\$	2,50E+00	3,30E+12	8,25E+13	8,03E+12	16,3E+13	30,0
19. E.Elet.	0,34	R\$	2,50E+00	2,50E+12	3,44E+12	3,42E+10	6,86E+12	16,0
Proc.Prd.(Y)								
20. Algodão.				Energia Total = 2,03E+22 sej/aha				
(Abastecimento)				Energia do Produto= 3,52E+03j(ha.ano)				

Fonte: Pesquisa, 2005.

Legenda:

A.A.Abast. (Análise de água de abastecim.);

IND.A (Indicativos de análise);

Micron (Micronutrientes);

M.T.R (Tratamento médico e riscos);

M.O.S.(Mão de obra simples);

M.O.Q. (Mão de obra qualificada);

A. Tec (Análise Técnica);

Equip. (Equipamentos);

E. Eletric. (Energia elét.);

T. Efl. (Tratamento de efl.);

De acordo com a Figura 50 pode-se observar que o diagrama de Fluxo de Energia agregado da produção de Algodão Colorido irrigado com Água de Abastecimento. Este diagrama é de grande utilidade, pois demonstra os somatórios dos diferentes insumos que contribuem ao sistema produtivo, além da Energia Total utilizada na produção. Todos os valores dos recursos renováveis e não renováveis, materiais e serviços são multiplicados por E13 sej/ha.ano como determina o Manual de Cálculo Emergético (em anexo).

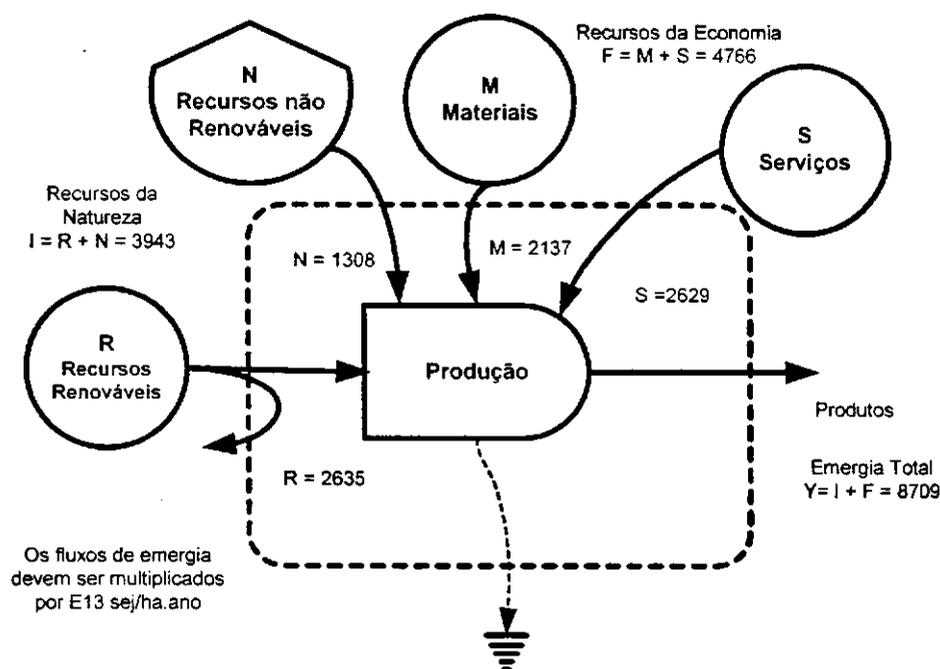


Figura 50: Diagrama de fluxo de energia agregado da produção de algodão colorido irrigado com água de abastecimento (modelo geral).

Pode-se observar no diagrama onde os recursos naturais, sendo renováveis e não-renováveis apresentam valores pouco representativos na utilização dos recursos da natureza na produção do algodão colorido. Entretanto a produção do algodão irrigado com água de abastecimento onde os recursos disponíveis na natureza são os únicos disponíveis para o crescimento da planta. Os serviços utilizados na produção do algodão colorido são inferiores quando comparados com a água residuária, apresentando indicativo de $S=2629$ sej/ha.ano, o que representa a mão-de-obra simples, qualificada entre outros, o que diferencia os serviços adicionais com o uso da água residuária.

De acordo com Wallison, 2002. O efeito da aplicação de quatro lâminas de água e águas residuárias de suinocultura, bruta e peneirada, sobre os componentes de produção da cultura do milho (*Zea mays* L.) para silagem. Em geral, o peneiramento das águas residuárias e as diferentes lâminas aplicadas não afetaram os parâmetros de produção do milho para silagem.

A Tabela 10 ilustra os Indicativos Emergéticos incluindo os recursos naturais e serviços que foram calculados para a produção de algodão colorido irrigado com Água de Abastecimento.

Tabela 10. Indicadores Emergéticos da Produção de Algodão Colorido irrigado com Água de Abastecimento.

ÍNDICE	CÁLCULO	VALOR	UNIDADE
Transformidade			
Algodão Colorido.	$TR = Y/E$	430000	Sej/J
Renovabilidade	$\%R=100.(R+Mr+Sr)/Y$	22	Renováveis / Recursos totais
Produção Emergética	$EYR=Y/(Mn+Sn)$	1,00	Captura energia da natureza
Investimento Emergético	$IR=(Mn+Sn)/(R+Mr+Sr+N)$	13,0	Recursos comprados / Recursos grátis
Intercâmbio Emergético	$EER=Y/[(\$). (sej/\$)]$	4,00	Energia que cede e Energia que recebe

Fonte: Pesquisa, 2005.

Os valores obtidos para as transformidades do Algodão Colorido Irrigado com Água de Abastecimento ficaram dentro dos valores esperados, os valores de 430000 sej/J parece alto segundo pesquisa, o que representa os diversos materiais e serviços inclusos no experimento, ressaltando que a pesquisa foi realizada considerando o fato do preço do produto no mercado como “Produto Final” e não a produção de todo o experimento devido a fatores ambientais como a chuva. O Indicador da Renovabilidade [%R] calculado para a produção do Algodão Colorido foi mediano (22%), quando comparado com a água residuária, pois a água de abastecimento não apresenta nenhum sal mineral, que contribua para o crescimento da planta. Todavia a mesma só podia contar com os recursos oriundos do próprio solo, segundo Tabela em

anexo que apresenta os valores de salinidade do solo antes e depois do experimento.

Os indicadores da Produção Emergética [EYR] e o Investimento Emergético [EIR] ficaram dentro dos valores esperados, porém abaixo da média dos produtos agropecuários nacionais. Estes indicadores mostraram-se semelhantes aos de sistema de produção de outros produtos de pouca intensidade emergética, por várias particularidades. Sistemas agrícolas convencionais, normalmente intensivos em energia, têm valores de [EYR] menores que 1,00. Quanto ao [EIR], a média da agricultura é 7,0 de acordo com (QUEIROZ et al., 2000). Entretanto para a produção do algodão colorido incluíram diversos materiais adicionais para a montagem do experimento como bombas, análises físico-químicas da água, solo, sem mencionar os serviços. Portanto o indicativo de 13,00 para o investimento emergético representa as "particularidades" do processo de produção, como consta na Tabela 10 no cálculo dos fluxos de análise emergética.

As taxas típicas de [EYR] dos produtos agrícolas variam de 1 até 4.0. O valor mínimo é a unidade, ocorrendo quando a contribuição da natureza é nula ($R+N=0$). A diferença acima do valor unitário mede a contribuição do meio ambiente. O [EYR] na produção do Algodão Colorido foi de 1,00 então, isso quer dizer que cada unidade de energia do sistema (1,20) provém do ambiente. Este é o Rendimento Líquido de Energia. O valor do [EIR] na produção do Algodão Colorido é de 13,0. Isso significa que para cada unidade de energia renovável que é utilizada no sistema, também são utilizadas 10,0 unidades de energia de recursos provenientes da economia. Entretanto vale salientar que houve muito investimento para a montagem do experimento e o retorno equivalente a ser calculado que seria a produção foi referente ao preço de mercado e não ao montante arrecadado.

O valor de 4,00 para a Taxa de Intercâmbio de Energia [EER] indica que o sistema de produção do Algodão Colorido perde energia na troca com os sistemas externos, portanto significa que o sistema de produção gasta 4

vezes mais energia para produzir o Algodão Colorido do que o valor obtido pela venda do mesmo.

Tabela 11. Avaliação Emergética do sistema de produção de Algodão-Colorido em Água Residuária (Modelo Geral)

ITEM	FRÇ. REN.	UNID./ ANO	CONVER. UNIDADE	TRANF. Sej/UNID	FLUXO EMERG	FLUXO E Ñ R.	FLUXO E TOT.	%
Rec.Naturais								
Renováv. (R)								
1. Sol	1	J	2,16E+12	1,00E+00	2,16E+12	0	2,16E+12	0,0
2. Chuva	725	J	5,00E+03	4,70E+04	1,18E+14	0	1,18E+14	0,1
3. Vento	1,3	J	1,00E+00	2,45E+03	1,62E+13	0	1,62E+13	0,0
4. Pessoas	1,7	J	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	0	2,00E+01	2,4
5. B. Sem.	10,0	Kg	1,00E+00	1,47E+12	1,47E+13	1,43E+12	2,9E+14	14,0
6. Nutrientes	10,0	Kg	1,00E+00	3,00E+12	3,00E+13	2,98E+12	5,98E+13	21,0
7. Nitrogenio	180,9	Kg	1,00E+00	4,61E+12	8,34E+14	8,01E+14	16,35E+15	32,0
8. Sedim.(C)	0,5	Kg	1,00E+00	3,30E+12	1,65E+12	1,60E+11	3,25E+13	2,7
Ñ. Renv. (N)								
Rec.Ecn. (F)								
Mater. (M)								
9. Sem.Fisc.	10,0	Kg	1,00E+00	1,47E+12	1,47E+13	1,40E+12	2,87E+13	14,0
10. A.A.Abt.	400	R\$	2,50E+00	1,00E+13	4,00E+15	3,92E+14	7,92E+15	28,0
11. Ind.Anal.	1330	Mg/L	1,18E+07	2,70E+04	7,32E+11	7,01E+10	14,33E+11	29,0
12. Micron.	235	Kg	0,00E+00	9,17E+14	7,20E+15	7,03E+13	14,23E+15	28,0
13. Equip.	758	Kg	3,26E+03	4,36E+04	7,32E+11	7,09E+10	14,41E+11	28,0
Serviços (S)								
14. M.O.S.	90	h/ha	2,80E+06	8,04E+13	1,21E+22	1,20E+21	2,41E+22	2,6
15. M.O.Q.	100	h/ha	2,80E+06	3,76E+12	3,80E+16	3,78E+15	7,58E+16	28,0
16. A.Tec.	50	\$/ha	2,80E+01	3,30E+12	1,65E+14	1,60E+12	3,25E+14	15,0
S.Adicionais								
17. T. Efl.	0,33	R\$	2,50E+00	3,30E+12	2,7E+12	2,70E+10	4,72E+12	0,46
18. T.M.R.	0,01	R\$	2,50E+00	3,30E+12	8,25E+10	8,01E+09	16,7E+10	0,00
19. E.Elet.	0,34	R\$	2,50E+00	2,50E+12	3,44E+12	3,20E+10	6,64E+12	0,34
Proc.Prd.(Y)								
20. Algodão.				Energia Total = 2,03E+22 sej/aha				
(Residuária.)				Energia do Produto 2,78E+10J/(ha.ano)				

Fonte: Pesquisa 2005

Na Tabela 11, pode-se observar as contribuições mais importantes na produção do Algodão Colorido irrigado com Água Residuária, correspondendo aos materiais que compõem o experimento e corresponde a $1,14E+16$ sej/ano ou 71% do total dos recursos. A segunda contribuição mais importante é mão-de-obra empregada + serviços adicionais que corresponde a $4,0E+22$ sej/ano ou 26% do total dos recursos empregados. As perdas

encontradas na produção do Algodão com água de abastecimento são maiores em torno de (7,3\$/ha.ano) quando comparada com (4,9\$/ha.ano) da Água Residuária, pois a mesma apesar dos riscos da contaminação e danos ao meio ambiente, possui nutrientes que auxiliam no desenvolvimento vegetal com maior aproveitamento de nutrientes do solo e também da água rica em matéria orgânica. De acordo com a Figura 51, pode-se analisar o diagrama de Fluxo de Energia na produção do Algodão Colorido irrigado com Água Residuária. Sua utilidade e importância refletem os somatórios dos diferentes insumos que contribuem para o sistema produtivo, além da energia total da produção. Todos os valores dos recursos renováveis e não renováveis, materiais e serviços são multiplicados por E13 sej/ha.ano como determina o Manual de Cálculo Emergético (em anexo).

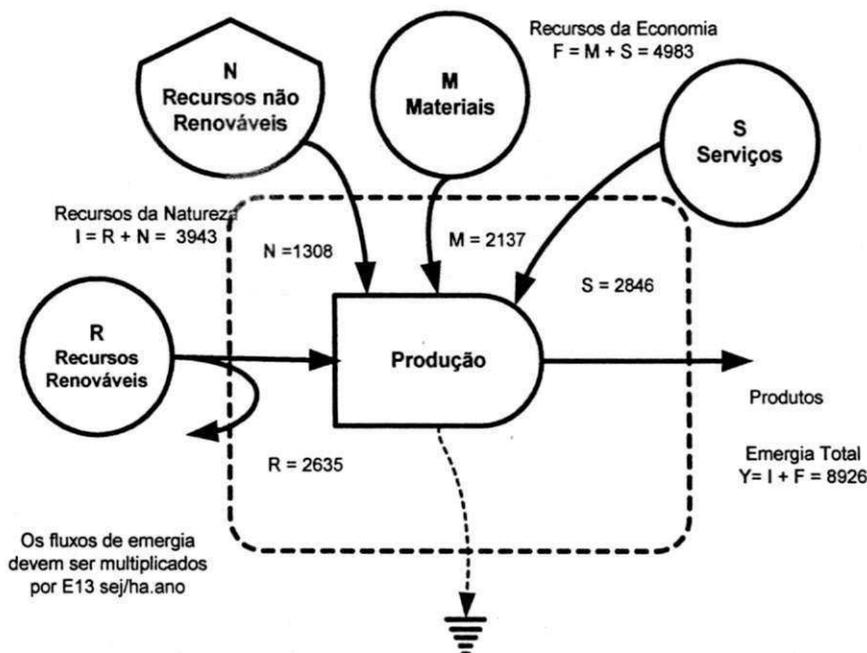


Figura 51: Diagrama de fluxo de energia agregado da produção de algodão colorido para a análise de água residuária (modelo geral)

Na produção do algodão colorido irrigado com água residuária, os recursos naturais incluem um adicional de água com resíduos oriundos da atividade humana. Os dejetos humanos são ricos em lipídios, carboidratos, proteínas entre outros, assimilados aos nutrientes do solo, as plantas

transformam em nutrientes para o seu crescimento. O indicativo de serviços em S=2846 apresenta-se maior que a de abastecimento, o que representa o tratamento de efluentes, tratamento médico e riscos, entre outros, devido ao fato da manipulação de resíduos ser uma fonte de contaminação, o que representa aumento nos recursos da economia para a produção do algodão colorido irrigado com água residuária.

A Tabela 12 ilustra-se com os indicadores emergéticos que foram calculados para a produção do algodão colorido irrigado com Água Residuária.

Tabela 12. Indicadores Emergéticos da produção de algodão colorido irrigado com água residuária.

ÍNDICE	CÁLCULO	VALOR	UNIDADE
Transformidade			
Algodão Colorido	$TR = Y/E$	430000	Sej/J
Renovabilidade	$\%R=100.(R+Mr+Sr)/Y$	37	Renováveis/ Recursos Totais
Produção Emergética	$EYR=Y/(Mn+Sn)$	1,86	Captura energia da natureza
Investimento Emergético	$EIR=(Mn+Sn)/(R+Mr+Sr+N)$	10,0	Recursos comprados e recursos grátis
Intercâmbio Emergético	$EER=Y/[(\$). (sej/\$)]$	6,01	Energia que cede e energia que recebe

Fonte: Pesquisa, 2005.

De acordo com os valores obtidos para as transformidades do Algodão Colorido Irrigado com Água Residuária, ficou dentro dos valores esperados, o valor de 430000 sej/J parece alto segundo pesquisa, o que representa os diversos materiais e serviços inclusos no experimento, ressaltando que a pesquisa foi realizada considerando o fato do preço do produto no mercado como "Produto Final" e não a produção de todo o experimento devido a fatores ambientais.

Podemos observar também que o Indicador da Renovabilidade [%R] calculado para a produção do Algodão Colorido foi mediano (37%), quando

comparado com a água de abastecimento, devemos considerar, portanto que o alto índice deve-se ao fato de que mesmo a água residuária apresenta risco de contaminação em seu manuseio, todavia apresenta indicativos positivos em sua constituição devido à presença de fósforo, amônia, cálcio, magnésio, sódio entre outros de acordo com Tabela em anexo, o que auxilia muito em seu crescimento vegetativo.

As taxas típicas de [EYR] dos produtos agrícolas variam de 1 até 4.0. O valor mínimo é a unidade, ocorrendo quando a contribuição da natureza é nula ($R+N=0$). A diferença acima do valor unitário mede a contribuição do meio ambiente. O [EYR] na produção do Algodão Colorido foi de 1,86 então, isso quer dizer que cada unidade de energia do sistema (1,40) provêm do ambiente. Este é o Rendimento Líquido de Energia.

O valor do [EIR] na produção do Algodão Colorido é de 10,0. Isso significa que para cada unidade de energia renovável que é utilizada no sistema, também são utilizadas 13 unidades de energia de recursos provenientes da economia. Entretanto vale salientar que houve muito investimento para a montagem do experimento e o retorno equivalente a ser calculado que seria a produção foi referente ao preço de mercado e não ao montante arrecadado.

O valor de 6,01 para a Taxa de Intercâmbio de Energia [EER] indica que o sistema de produção do Algodão Colorido perde energia na troca com os sistemas externos, significa que o sistema de produção gasta seis vezes mais energia para produzir o Algodão Colorido do que o valor obtido pela venda do mesmo.

Podemos avaliar diante de todos os valores apresentados que a água de abastecimento apresenta desvantagens devido a sua composição química, uma vez que a mesma recebe tratamento de clorificação, para ser direcionada a população o que a isenta da presença de micronutrientes vitais para o crescimento vegetal.

Entretanto a água residuária como subproduto da atividade urbana, vem sendo utilizada em vários lugares do mundo por diversas utilidades, desde a lavagem de ruas até o seu uso na agricultura. A viabilidade de uso da água residuária na agricultura deve-se ao fato da mesma apresentar uma grande quantidade de nutrientes que podem ser úteis ao crescimento de várias culturas, como também ressalta a importância do impacto provocado ao meio ambiente.

Todavia devemos salientar que a água residuária de origem da atividade industrial também tem a sua importância, quer seja no retorno à várias fases no setor de produção, amenizando o consumo de água de abastecimento, como também enfatizando a necessidade de se tratar à água que vai ser eliminada para o meio ambiente, o que notifica ser de grande importância minimizar cada vez mais o impacto de poluentes químicos na destruição da natureza.

7.8 INDICADORES COMPARATIVOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

A Tabela 13 apresenta-se com a comparação entre os indicadores econômicos e sociais das produções de Algodão Colorido irrigado com Água de Abastecimento e Residuária domiciliar, enfatizando a importância de ambas para o setor de produção no meio ambiente. Entretanto a produção de algodão colorido com o uso da água residuária requer “pouco” investimento como maior lucro de produção de algodão, ao contrário da água de abastecimento que com o mesmo investimento a produção apresentou-se pequena para a área cultivada.

Tabela 13. Comparação entre os indicadores econômicos e sociais da produção de Algodão Colorido (Peso de pluma) irrigado com água de Abastecimento e Residuária.

Índice	Abastecimento		Residuária	
	Unidade comum	Valor Emergético	Unidade comum	Valor Emergético
Algodão (kg/ha)	500	4426	1500	4428
Preço (US\$/ano)	0,46	4186	0,46	4186
Vendas (US\$/ano)	2.600	3.52E+03	7.800	2.78E+10
Umidade (kg/aha)	0,18	1,46E+13	0,18	1,72E+13

Fonte: Pesquisa, 2005.

De acordo com a Tabela 13 com o mesmo modo de produção para o Algodão Colorido, com sistemas utilizando águas de irrigação diferenciadas como a de abastecimento e a residuária, tivemos resultados completamente diferenciados.

A água de abastecimento por sua falta de nutrientes que fossem benéficas ao crescimento vegetativo, apresentou uma produção muito baixa de 500 kg/ha e uma energia do produto de apenas 3,52E+03 J(ha.ano) devido a escassez de nutrientes no solo, falta microclimas que fossem benéficos ao desenvolvimento da planta.

Todavia a produção maior ficou a cargo do Algodão irrigado com Água Residuária, apesar do indicativo de contaminação em seu manuseio, a mesma apresenta altos índices nutrientes que contribuem para o crescimento do vegetal, com 1500 kg/ha do produto irrigado em uma área de 1.600m², sendo vendido a 7.800 US\$/Kg teve um com elevado rendimento econômico por área cultivada, contra 500 kg/ha sendo vendido a 2.600 US\$(ha) do algodão irrigado com água de abastecimento.

Devendo salientar que a energia do produto foi acima do esperado, ficando em torno de 2,78E+10 J/(ha.ano) quando comparado ao índice do algodão irrigado com água de abastecimento que ficou em 3,52E+03J/ha.ano). Entretanto observa-se que o preço de mercado do algodão convencional está

definido em torno de 0,46 US\$/kg (ha.ano), porém para uma área de 1.600m² temos uma variação de preços para a produção do algodão colorido irrigado com água de abastecimento e residuária, acima citados.

Entretanto a energia dos dólares aplicados na produção do algodão irrigado com água de abastecimento apresentou o indicativo de 1,46 sej(ha.ano), para 2,57E+16 sej (ha.ano) da água residuária, o que prevalece um retorno acentuado de todos os recursos envolvidos na produção do algodão colorido com água residuária, um adicional natural que representa a água rica em resíduos orgânicos favorecendo o crescimento vegetal e contribuindo para uma maior produção por planta.

Podemos observar na Tabela 14, 15 e 16 os fluxos emergéticos de todos os recursos naturais renováveis e não renováveis oriundos da natureza, como também todos os materiais utilizados na elaboração, montagem e desenvolvimento do projeto, que inclui a produção do algodão colorido da variedade BRS-200 marrom advindo da Embrapa que desenvolve projetos no melhoramento da espécie desde a década de 80. Devem-se mencionar também os serviços que contribuíram para a manutenção, desenvolvimento e conclusão do projeto como as análises de água, solo, planta, frutos e sementes, realizadas pela UFPB, SUDEMA, EMBRAPA entre outras.

Algumas análises mencionadas não fazem parte do projeto emergético, pois consta na elaboração de outro projeto paralelo, embora a avaliação emergética interrelaciona diversos fatores naturais dentro de um mesmo ecossistema, a ausência de tais análises representa melhor esclarecimento na produção do algodão colorido, irrigado tanto com água de abastecimento, quanto com água residuária, o que representa um número excessivo de variáveis calculadas de acordo com Manual de Cálculo de Energia (em anexo) e disponíveis do site do Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada, pertencente a UNICAMP.

As planilhas a seguir referem-se aos fluxos e indicadores emergéticos que interferem no ecossistema semi-árido da produção do algodão

colorido, irrigado com água de abastecimento, oriundo da CAGEPA companhia que abastece a cidade de Campina Grande e água residuária fluxo da atividade humana doméstica, que após tratamento era direcionada para irrigação através de processo de gotejamento, eliminando perdas e contaminações para a planta e quem a manuseia.

Os fluxos de recursos renováveis são oriundos do meio ambiente, como sol, vento, chuva entre outros, os não renováveis são: sais minerais, rocha mãe etc. Os materiais envolvidos são todos os equipamentos adquiridos com mangueiras, bombas, caixa d'água, filtros, ou seja todos os materiais que entram no sistema e finalmente os serviços aplicados, como análises de água, solo, mão-de-obra simples, qualificada e todos os outros que contribuíram para a realização do projeto.

As análises emergéticas foram realizadas de modo diferente, pois vários materiais e serviços envolvidos na produção do algodão colorido, são diferentes para ambos, exemplo as análises de água contam com indicadores diferenciados pois a água residuária apresenta micronutrientes úteis a planta.

TABELA 14. Indicativos de dados emergéticos – Água de Abastecimento

Balanco Emergético de Produção		Algodão-Abastecimento		Dados-2005		Revisado	14/4/2008	
		Valor emergético dolar no Brasil		3.30E+12 sej dolar		em 2005		
		Salário Mínimo		300,00 reais mes		em 2005		
		Taxa de Câmbio Média		2,50 dolar real		em 2005		
Algodão-Abastecimento	Fluxo padrão	Conversão	Transforma-	Unidade	Fluxo de	Fluxo	Preço	Fluxo
	Numero	Unidades	midade	da	energia	monet.	unit.	monet.
		de unidades	sej unidade	transf.	sej aha	equiv.	dol/kg	real
					%	dol/aha	dol/aha	dol/aha
Recursos Naturais					9,98E+14			448,66
Renováveis								98,65
R1	Sol	1,0 J ano/ha	2,16E+12	1,00E+00 sej J	2,16E+12	0%	0,00	0,00
R2	chuva	0,225 J ano/ha	5,00E+03	4,70E+04 sej J	1,18E+14	1,76	35,76	0,00
R3	Vento	1,3 J ano/ha	1,00E+00	1,47E+12 sej J	1,47E+00	1,83	0,00	0,00
R4	peças	1,70E+00 J ano/ha	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	2,43	6,83	4,00
R5	banco de sementes	10,0 kg ano/ha	1	1,47E+12 sej kg	1,47E+13	14,00	4,45	0,15
R6	nutrientes (rocha mãe)	10,0 kg ano/ha	1	3,00E+12 sej kg	3,00E+13	14,00	9,09	0,25
R7	nitrogenio (atmosfera)	180,9 kg ano/ha	1	4,61E+12 sej kg	8,34E+14	253,00	252,71	0,50
R8	sedimentos (chuva)	0,5 kg ano/ha	1	3,30E+12 sej dolar	1,65E+12	0,70	0,50	0,40
Não Renováveis								
N1	perda do solo	3,30 kg ano/ha	9,04E+05	7,38E+04 sej J	2,98E+10	4,64	0,06	0,00
N2	perda biodiversidade	3,50 kg ano/ha	9,04E+05	7,38E+04 sej J	3,78E+10	4,92	0,70	350,00
N3	perda pessoas	0,01 pessoa/ha	1	3,30E+12 sej \$	3,30E+10	0,01	0,01	1,00
Recursos da economia					2,03E+22	100,00	442,66	13318,87
Materiais					1,14E+16	27,44	3676,41	12808,20
M1	sementes fiscalizadas	10 kg (ha ano)		1,47E+12 sej kg	1,47E+13	14,00	4,45	0,06
M2	Análise de Água-Abast	400 reus/ha	2,50E+00	1,00E+13 sej kg	4E+15	56	2181	24,00
M3	pH Extrato-Solução	7,73 lbs (ha ano)	3,14E+07	6,60E+04 sej J	1,60E+13	0,10	4,85	0,00
M4	Cond Elet. munhoeca-1	0,66 kg (ha ano)	3,90E+09	6,70E+12 sej J	4,42E+12	0,92	1,34	0,00
M5	Fosforo Total	1 mg L-1	2,99E+05	2,70E+04 sej J	8,07E+09	14,00	0,00	0,38
M6	Catofosfato solúvel	1 mg L-1	1,81E+07	2,70E+04 sej J	7,32E+11	5,60	0,29	0,38
M7	Amônia	1 mg NOL-1	1,90E+02	2,70E+04 sej J	7,32E+11	1,40	0,29	0,25
M8	Nitrato	2 mg NO3L-1	1,18E+07	2,70E+04 sej J	7,32E+11	2,80	0,29	0,94
M9	Cálcio	95 mg CaL-1	2,34E+08	2,70E+04 sej J	7,32E+11	7,04	0,29	27,92
M10	Magnésio	124 mg MgL-1	1,18E+07	2,70E+04 sej J	7,32E+11	2,80	0,29	5,12
M11	Sódio	5 mg NaL-1	1,18E+07	2,70E+04 sej J	7,32E+11	2,80	0,29	0,23
M12	Potássio	7 mg KL-1	1,25E+04	2,70E+04 sej J	7,32E+11	2,80	0,29	6,93
M13	Sólidos Totais	430 mgL-1	1,90E+02	2,70E+04 sej J	7,32E+11	1,40	0,29	0,00
M14	DCCO	90 mgL-1	1,90E+02	2,70E+04 sej J	7,32E+00	12,60	0,00	0,00
M15	Ovos de Helmintos	0 (ovo L-1)	0,00E+00	0,00E+00 sej J	0,00E+00	0,00	0,00	0,00
M16	Colifecias	0 (UFC 100ml)	0,00E+00	0,00E+00 sej J	0,00E+00	0,00	0,00	0,00
M17	Micronutrientes	0 kg/ha ano		9,17E+14 sej \$	7,20E+15	33,00	1,25	13,48
M18	Bomba 7JC-3CV	20 kg/ha	3,80E+04	9,36E+04 sej \$	7,32E+11	2,80	320,00	1,00
M19	Bomba 7JC-3CV Mon.	40 kg/ha	6,50E+04	1,82E+04 sej \$	7,32E+11	56,30	100,00	2,00
M20	Canos (PVC)	10 kg/ha	1,60E+02	5,20E+03 sej \$	7,32E+11	1,40	40,00	1,00
M21	Canos (PVC)	15 kg/ha	1,73E+05	6,10E+01 sej \$	7,32E+11	2,11	80,00	1,00
M22	Mangueira Poliet	10 kg/ha	1,60E+02	5,20E+03 sej \$	7,32E+11	1,40	160,00	1,00
M23	Caixa D'água	60 kg/ha	7,30E+05	1,96E+04 sej \$	7,32E+11	8,45	400,00	4,00
M24	Conexões PVC	10 kg/ha	1,60E+02	5,20E+03 sej \$	7,32E+11	1,40	160,00	1,00
M25	Gotejadores	7 kg/ha	8,00E+02	2,60E+01 sej \$	7,32E+11	9,85	6,00	1,00
M26	Combustível	180 lbs (ha ano)	3,14E+07	6,60E+01 sej J	1,55E+14	25,00	200,00	1,00
M27	Herbicidas	5 lbs (ha ano)		2,72E+01 sej J	1,13E+10	7,04	12,00	1,00
M28	Aço (Depreciação)	1 kg/ha ano		6,70E+14 sej kg	8,93E+12	1,40	3,19	0,45
M29	Madeira	400 kg/ha ano	3,90E+11	3,90E+11 sej kg	1,65E+04	5,60	10000,00	1,00
Serviços					2,0E+22	128,86	748,00	510,00
S1	m obra simples	90,0 horas (ha a)	2,80E+06	8,04E+13 sej J	2,03E+22	126,00	600,00	2,00
S2	m obra qualificada	100 horas (ha a)	1,31E+06	3,76E+12 sej J	3,80E+16	2,35	98	1,00
S3	assist técnica	50,00 dol (ha ano)		3,30E+12 sej \$	1,65E+14	0,51	50,00	1,00
Serviços Adicionais					1,1E+13	0,00	3,25	0,67
S4	tratamento efluentes	1,29 reus/ha	2,50	3,30E+12 sej \$	1,06E+13	1,81	3,23	1,00
S5	trat. médicos e mscos	0,01 reus/ha	2,50	3,30E+12 sej \$	8,25E+10	0,00	0,03	0,00
S6	Energia Eletrica	0,34 reus/ha	2,50	2,50E+12 sej \$	3,44E+12	34,00	0,00	0,00
Energia total					2,03E+22	100,00	442,66	13318,87
Produção								
P1	Algodão-Abast	500 kg aha					4428 kcal/kg	
P2	preço	0,40 dolares/kg					4186 J/kcal	
P3	vendas	2600,00 dolares (ha a)					3,52E+03 J (ha ano)	
P4	unidade	0,18 kg aha					1,46 sej (ha ano)	
Diagnóstico emergético							Mínimo	Máximo
R	8,1E+00	TR = Y Cp	J energia solar equiv. J de soja	Transformidade			430000	500000
N	1,0E+15	EVR = Y F	captura energia da natureza	Taxa de rendimento			1,00	1,10
I	1,0E+15	EIR = F I	rec. computadores rec. gratis	Taxa de investimento			13,00	0,80
M	1,1E+16	ELR = (N+I) R	rec. não renováveis renováveis	Taxa de carga ambiental			10,43	1,00
S	2,0E+22	*R = R Y	renováveis recursos totais	Taxa de renovabilidade			22,00	5,00
F	2,0E+22	EER = Eprod/Emoeda	energia cede energia recebe	Taxa de intercâmbio			4,00	0,80

Fonte: Pesquisa, 2005.

TABELA 15. Indicativos de dados emergéticos – Água Residuária

Balanco energético da produção do Algodão - Residuário				Dados-2005			Revisado	14/4/2008
		Valor energético dolar no Brasil		3.30E+12	sej dolar	em 2005		
		Salário Mínimo		300.00	reais mês	em 2005		
		Taxa de Câmbio Média		2.50	dolar real	em 2005		
Algodão-Abastecimento	Fluxo padrão	Conversão	Transfor-	Unidade	Fluxo de	Fluxo	Preço	Fluxo
	Numero	Unidades	midade	da	energia	monet.	unit.	monet.
		de unidades		trausf.		equiv.	dol/kg	real
			sej unidade		sej aha	dol/aha		dol/aha
						69.23		
						59.72		
						309.34		448.66
								98.65
Recursos Naturais								
Renováveis								
R1	Sol	1 0 J ano/ha	2.16E+12	1.00E+00 sej J	2.16E+12	0.00	0.00	0.00
R2	chuva	7.25E-01 J ano/ha	5.00E+03	4.70E+04 sej J	1.18E+14	1.76	35.76	0
R3	Vento	1 3 J ano/ha	1.00E+00	1.47E+12 sej J	1.47E+00	1.83	0.00	0
R4	peleas	1.73+07 J ano/ha	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	2.43	6.83	4
R5	banco de sementes	10.0 kg ano/ha	1	1.47E+12 sej kg	1.47E+13	14.00	4.45	0.15
R6	nutrientes (rocha/moe)	10.0 kg ano/ha	1	3.00E+12 sej kg	3.00E+13	14.00	9.09	0.25
R7	nitrogeno (atmosfera)	180.9 kg ano/ha	1	4.61E+12 sej kg	8.34E+14	25.00	252.71	0.5
R8	sedimentos (nos)	0.5 kg ano/ha	1	3.30E+12 sej dolar	1.65E+12	0.70	0.50	0.4
						9.98E+14	9.51	0.77
								350.01
Não Renováveis								
N1	perda do solo	3.30 kg ano/ha	9.04E+05	7.38E+04 sej J	2.98E+10	4.60	0.06	0
N2	perda biodiversidade	3.50 kg ancha	9.04E+05	7.38E+04 sej J	3.78E+10	4.90	0.70	0.1
N3	perda pessoas	0.01 pessoa/ha	1	3.30E+12 sej \$	3.30E+10	0.01	0.01	1
						2.03E+22	100.00	4426.93
						1.14E+16	282.91	3678.08
								13319.97
								12809.80
Recursos da economia								
Materiais								
M1	sementes fiscalizadas	10 kg (ha ano)		1.47E+12 sej kg	1.47E+13	14.00	4.45	0.06
M2	Análise de Água-Abast	400 reus/haa	2.50E+00	1.00E+13 sej kg	4E+15	56	2181	24.00
M3	pH Extrato-Saturação	7.99 lts (ha ano)	3.14E+07	6.60E+04 sej J	1.65E+13	0.10	5.01	0.00
M4	Cond Elet. minhoscm-1	1.40 kg (ha ano)		6.70E+12 sej J	9.38E+12	0.92	2.84	0.00
M5	Fosforo Total	5 mg L-1	2.99E+05	2.70E+04 sej J	4.20E+10	14.00	0.01	0.38
M6	Outofosfo solúvel	4 mg L-1	1.81E+07	2.70E+04 sej J	7.32E+11	5.60	0.29	0.38
M7	Amônia	26 mg NOL-1	1.90E+02	2.70E+04 sej J	7.32E+11	1.40	0.29	0.25
M8	Nitrato	1 mg NO3L-1	1.18E+07	2.70E+04 sej J	7.32E+11	2.80	0.29	0.94
M9	Calcio	158 mg CaL-1	2.34E+08	2.70E+04 sej J	7.32E+11	7.04	0.29	27.92
M10	Magnésio	157 mg MgL-1	1.18E+07	2.70E+04 sej J	7.32E+11	2.80	0.29	5.12
M11	Sódio	117 mg NaL-1	1.18E+07	2.70E+04 sej J	7.32E+11	2.80	0.29	0.23
M12	Potássio	20 mg KL-1	1.25E+04	2.70E+04 sej J	7.32E+11	2.80	0.29	6.93
M13	Sólidos Totais	797 mgL-1	1.90E+02	2.70E+04 sej J	7.32E+11	1.40	0.29	0.00
M14	DQO	30 mgL-1	1.90E+02	2.70E+04 sej J	7.32E+00	12.60	0.00	0.00
M15	Ovos de Helminthos	0 (ovo L-1)	0.00E+00	0.00E+00 sej J	0.00E+00	0.00	0.00	0.00
M16	Colifecuas	6 (UFC 100ml)	0.00E+00	0.00E+00 sej J	5.80E+02	8.50	0.00	0.00
M17	Microminutrientes	235 kg ha ano		9.17E+14 sej \$	7.20E+15	33.00	1.25	13.48
M18	Bomba 7JC-3Cv	20 kg/haa	3.80E+04	9.36E+04 sej \$	7.32E+11	2.80	320.00	1.00
M19	Bomba 7JC-3Cv/Mon	40 kg/haa	6.50E+04	1.82E+04 sej \$	7.32E+11	56.30	100.00	2.00
M20	Canos (PVC)	10 kg/haa	1.60E+02	5.20E+03 sej \$	7.32E+11	1.40	40.00	1.00
M21	Canos (PVC)	15 kg/haa	1.73E+05	6.10E+01 sej \$	7.32E+11	2.11	80.00	1.00
M22	Mangueira Poliet.	10 kg/haa	1.60E+02	5.20E+03 sej \$	7.32E+11	1.40	160.00	1.00
M23	Caixa D'agua	60 kg/haa	7.30E+05	1.96E+04 sej \$	7.32E+11	8.45	400.00	4.00
M24	Conexões PVC	10 kg/haa	1.60E+02	5.20E+03 sej \$	7.32E+11	1.40	160.00	1.00
M25	Gotejadores	7 kg/haa	8.00E+02	2.60E+01 sej \$	7.32E+11	9.85	6.00	1.00
M26	Combustível	180 lts (ha ano)	3.14E+07	6.60E+01 sej J	1.55E+14	25.00	200.00	1.00
M27	Herbicidas	5 lts (ha ano)		2.72E+01 sej J	1.13E+10	7.04	12.00	1.00
M28	Aço (Depreciação)	1 kg/haano		6.70E+14 sej kg	8.93E+12	1.40	3.19	0.45
M29	Madeira	400 kg haano	3.90E+11	3.90E+11 sej kg	1.65E+04	5.60	10000.00	1.00
						2.0E+22	128.86	748.00
								510.00
						2.03E+22	126.00	600.00
						2.35	98	1.00
						1.65E+14	0.51	50.00
								50.00
								0.17
Serviços								
S1	m obra simples	90.0 horas (ha a)	2.80E+06	8.04E+13 sej J	2.03E+22	126.00	600.00	2.00
S2	m obra qualificada	100 horas (ha a)	1.31E+06	3.76E+12 sej J	3.80E+16	2.35	98	1.00
S3	assist técnica	50.00 dol (ha ano)		3.30E+12 sej \$	1.65E+14	0.51	50.00	1.00
								0.17
Serviços Adicionais								
S4	tratamento efluentes	0.33 reus/haa	2.50	3.30E+12 sej \$	2.72E+12	0.46	0.83	1
S5	trat. médicos e rascos	0.01 reus/haa	2.50	3.30E+12 sej \$	8.25E+10	0.00	0.03	0
S6	Energia Elétrica	0.34 reus/haa	2.50	2.50E+12 sej \$	3.44E+12	0.34	0.00	0
								0
						2.03E+22	100.00	4426.93
								13319.97
Produção								
P1	Algodão-Resid	1500 kg aha			P5 fator de conversão		4428 kcal/kg	
P2	preço	0.40 dolares/kg			P6 fator de conversão		4186 J/kcal	
P3	vendas	7800.00 dolares (ha a)			P7 energia do produto		2.78E+10 J (ha ano)	
P4	unidade	0.18 kg aha			P8 energia dos dolares		2.57E+16 sej (ha ano)	
Diagnóstico energético								
R	8.1E+00	TR = Y Cp	J energia solar equiv J de soja	Transformidade		430000	50000	500000
N	1.0E+15	EYR = Y F	captna energia da natureza	Taxa de rendimento		1.86	1.1	3.0
I	8.1E+15	EIR = F I	rec comprados rec gratis	Taxa de investimento		10.00	0.8	15.0
M	1.1E+16	ELR = (N+F) R	rec não renováveis/renováveis	Taxa de carga ambiental		10.43	1.0	20.0
S	2.0E+22	*dR = R Y	renováveis/recursos totais	Taxa de renovabilidade		37.00	5.0	70.0
F	9.1E+21	EER = Eprod Emoeda energia cede energia recebe		Taxa de intercâmbio		6.01	0.8	7.0

Fonte: Pesquisa, 2005.

A seguir podemos observar a Tabela 16, com os valores indicativos da avaliação emergética de todos os recursos naturais, materiais e serviços na produção ecossistêmica do algodão colorido irrigado com água de abastecimento e residuária.

Tabela 16. Cálculo dos fluxos da Análise Emergética de Produção do Algodão Colorido irrigado com Água de Abastecimento e Residuária

Cálculo dos fluxos da Análise Emergética	
1 SOL	[a]
Radiação Solar	= 5,29 KWh/m ² .ano
Albedo	= 20
Energia	= (Radiação Solar)* (100 albedo)
	= (KWh/m ² .ano)*(3,6E6J/KWh)*(1E4m ² /ha)*((100-20)/100)
Fator Número	= 1,52E+11 J/ha.ano
Transformidade	= 1 sej/J
2 CHUVA	[a]
Pluviosidade	= 725 m ³ /m ² .ano
Energia da água	= 5000 J/kg
Densidade/Água	= 1000 kg/m ³
Energia	= (kg/m ³)*(J/kg)*(1E4m ² /ha)
Fator Número	= 6,25E+10 J/ha.ano
Transformidade	= 4,70E+04 Sej/J
3 VENTO	[a]
Densidade do Ar	= 1,3kg/m ³
Média/Anual-Veloc.	= 5,55 m/s
Vento Geotrópico	= 3,33 m/s
Coef. de Arraste	= 0,001
Energia	= (área
	² /área.ha)*(kg/m ³)*(m/s) ³ (0,001)*(3,14E7s/ano)
4 EROSÃO DO SOLO	[b]
Perda do solo	= 33000 kg/ha.ano
Matéria Orgânica	= 0,04 kg/ha.ano/kg solo
Energia (M.O)	= 5400 Kcal/kg
Energia	= (kg/ha.ano)*(kg mat.org./kg solo)*(kcal/kg)*(4186J/kcal)
	= 2,98E+10 J/ha.ano
Transformidade	= 7,38E+04 sej.J
5 PERDA DA BIODIVERSIDADE	[c]
Solo	= 3.500 kg/ha.ano
Agric.Comercial	= 2.0E+04
Matéria Orgânica	= 5.400 kcal
Energia	= (kg/há.ano)*(kg mat.org./kg solo)*(KJ/ano)*(Kg/ha.ano)
	= 3,78E+10 kg/ha.ano

6 PERDA/PESSOAS			[d]
	=	Pessoa.ha	
	=	0,01 ano	
Fator	=	1,61 E +09	
Energia	=	1,77E+13	
Transformidade	=	1,00 E +06	
7 SEMENTES COMUNS			[e]
Fator	=	1,0E+04 ha.ano	
Semente	=	1,0E+12 sej/kg	
Energia	=	(ha.ano)*(sej/J)	
Transformidade	=	1,47E+12 sej/kg	
8 SEMENTES FISCALIZADAS			[e]
Fator	=	5,0E+03 ha.ano	
Semente	=	1,0E+12 seJ/kg	
Energia	=	(ha.ano)*seJ/kg	
Transformidade	=	1,47E+12 sej/kg	
9 ANÁLISE – SOLO			[b]
Fator	=	3,2E+04 (kcal/dia)	
Calorias	=	4186J(1Kcal)	
Energia	=	1,308E+13 (sej/h)	
	=	(kcal/dia)*(1kcal)*(sej/h)	
	=	5,2E+12sej/J	
10 NITROGÊNIO			[d]
Consumo	=	20 kg/ha.ano	
Transformidade	=	7,73E+12 sej/kg	
	=	1,55 sej/ha.ano	
11 FÓSFORO			[d]
Consumo	=	20 kg/ha.ano	
Transformidade	=	2,99E+13 sej/kg	
	=	5,98 sej/ha.ano	
12 POTÁSSIO			[d]
Consumo	=	15 kg/ha.ano	
Transformidade	=	2,92E+12 sej/kg	
	=	4,38E+12 sej/kg	
13 MICRONUT.			[b]
[1] Fe, Ma, Mo, Zn, B, So	=	Consumo (06kg/ha.ano) * (38,0E11) = 23E+10	
[2] Cu	=	Consumo (02kg/ha.ano) * (38,0E11) = 7,6E+10	
[3] Cl, Mg, Po	=	Consumo (09kg/ha.ano) * (38,0E11) = 34E+10	
[4] Bicarbonato	=	Consumo (04kg/ha.ano) * (38,0E11) = 15E+10	
[5] Ca	=	Consumo (05kg/ha.ano) * (38,0E11) = 19E+10	
14 BOMBA 7JC-3Cv			[b]
Potência	=	7JC-3Cv	
Tempo/Uso	=	240 min/dia	
Consumo	=	1168 Kwh/ano	
Energia	=	(Kwh/ano)*(1/área)*(1000W/Kw)*(14400s/h)	

Resultados e Discussão

	= 8,1E+04 seJ/ha.ano	
Transformidade	= 336000 sej/J	
15 CANOS (PVC)¹		[b]
Fator	= 42 Kg/ha.ano	
Transformidade	= 72,24 sej/kg	
Valor (\$)	= 2,5E+12 US\$ kg	
Energia	= (kg/ha.ano)*(sej/kg)*(US\$ kg)	
	= 1,8E+11 sej/\$	
16 MANGUEIRA (Pol.)		[b]
Fator	= 10 Kg/ha.ano	
Transformidade	= 72,24 seJ/kg	
Valor	= 2,5E+12 US\$ kg	
Energia	= (kg/ha.ano)*(sej/kg)*(US\$ kg)	
	= 2,8E+11 sej/\$	
17 CAIXA D'AGUA -²04		[b]
Fator	= 60 Kg/ha.ano	
Transformidade	= 72,24 seJ/kg	
Valor	= 4,0E+05 US\$ kg	
Energia	= (kg/ha.ano)*(sej/kg)*(US\$ kg)	
	1,7E+07	
18 COMBUSTÍVEL		[b]
Consumo	= 300l/ano	
Densidade	= 0,75 kg/l	
Energia / Comb.	= 1000 kcal/kg	
Energia	= (1/ano)*(1/área)*(kg/l)*(kcal/kg)*(4186J/kcal)	
	= 5,02E+12 sej/ha.ano	
Transformidade	= 111000 sej/J	
19 HERBICIDAS		[b]
Consumo	= 30kg/ano	
Energia	= (kg/ha.ano)*(1/litro)*(kg/herb.)*(ha.ano)	
	= 1,67 kg/há.ano	
Energia	= 621,6 sej/ha.ano	
Transformidade	= 2,52E+13	
20 DEPRECIÇÃO INST. E EQUIPAM.		[b]
Depreciação	= 4,0E+03/sej/ha.ano	
Energia	= 1,0E+04 sej/ha.ano	
Transformidade	= 6,5E+12 sej/US\$	
Energia	= (sej/ha.ano)*(kg/aço)*(sej.US\$)	
	= 10,4E+11 sej/kg	
21 M. SIMPLES		[d]
Nº de Pessoas	= 01 pessoa	
Salário pago	= 200 R\$ pessoa/dia	
Horas de Trabalho	= 04 horas/dia	

¹ CANOS PVC (2p/40)
CANOS PVC (32 ml/60)

² (04) CAIXAS D'AGUA (5000 ml)

Resultados e Discussão

Gasto anual	=	1920,00 R\$ ano	
Energia	=	(R\$/ano)*(US\$/R\$)*(1/área)	
	=	4,80E+02 US\$/ha.ano	
Transformidade	=	3,30E+12 sej/US\$	
22 M.QUALIFICADA			[d]
Nº de Pessoas	=	01 pessoa	
Salário pago	=	400 R\$ pessoa/dia	
Horas de Trabalho	=	02 horas/dia	
Gasto anual	=	1920,00 R\$ ano	
Energia	=	(R\$/ano)*(US\$/R\$)*(1/área)	
	=	4,80E+02 US\$/ha.ano	
Transformidade	=	3,30E+12 sej/US\$	
23 SERV.PRIV.[1] TA³			[d]
Custo	=	24 R\$/ano/hab	
Energia	=	(R\$/ano)*(1/área)*(US\$/R\$)	
	=	66,8 US\$/ha.ano	
Transformidade	=	3,30 E+12 sej/hora	
24 SERV.PRIV.[2] – TR⁴			[d]
Custo	=	06 R\$/ano/hab.	
Energia	=	(R\$/ano)*(1/área)*(US\$/R\$)	
	=	16,8 US\$/ha.ano	
Transformidade	=	3,30E+12 sej/hora	
25 ELETRICIDADE			[h]
Consumo	=	250 Kwh/ano	
Energia	=	(Kwh/ano)*(1/área)*(1000W/Kw)*(3600s/h)	
	=	6,25E+08 J/ha.ano	
Transformidade	=	3,36E+05 sej/J	
26 MADEIRA			[i]
Fator	=	400 (Kg/ha.ano)	
Transformidade	=	3,90E11 (sej/kg)*1,68=6,6 E10 (Sej/Kg)	
Valor	=	2,5E+12 (US\$/Kg)	
Energia	=	(Kg/ha.ano)*(SeJ/kg)*(US4.Kg/ha.ano)	
	=	16,5E03 (Sej/\$)	

Anotações:

[a] Laboratório de Sensoriamento Remoto <<http://www.cct.ufcg.edu.br/principal.html>

[b] Laboratório Irrigação e Drenagem/UFCG/CCT (Técnico Responsável pelo Projeto)

[c] Secretaria do Meio Ambiente – SUDEMA/CG-PB <http://sudema.pb.gov.br/index.shtml>

[d] Manual do Cálculo de Emergia, Odum-1996.

[e] EMBRAPA-Algodão <<http://cnpa.embrapa.br/>

[f] CAGEPA - <<http://www.cagepa.pb.gov.br>

[g] PROSAB-CG/PB - <<http://www.finep.gov.br/prosab/1-esgoto-ufpb.htm>

[h] CELB-CG/PB - <<http://celb.gov.br>

[i] Pesquisa comércio local

³ SERVIÇO PRIVADO [1] – ANÁLISE DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO

⁴ SERVIÇO PRIVADO [2] – ANÁLISE DE ÁGUA RESIDUÁRIA

8. CONCLUSÃO

- De acordo com a Análise Emergética realizada a Água de Abastecimento utilizada no experimento não apresentou uma boa taxa de produção de algodão por hectare, ficando apenas em média de 500 kg/ha, em uma Taxa de Renovabilidade de 22,00%R numa média que vai até 70,00%R; quando comparada com 37,00%R da produção com água residuária; para uma área de 1.600m² de área plantada com algodão colorido;
- Sendo que a produção de 500 kg/ha com o preço do algodão irrigado com água de abastecimento e vendido a 0,46 US\$/kg apresentou um lucro econômico de 2.600 US\$/ha, apresentando a energia do produto em 3,52E+03j/(ha.ano) e uma energia em dólares de apenas 1,46 sej/(ha.ano).
- Para a água residuária vemos que a produção foi maior se considerarmos todos os tratamentos envolvidos, ficando em torno de 1.500 kg/ha a um preço de custo de 0,46 US\$/kg, perfazendo um total de 7.800 US\$/ha, temos uma grande venda em média de 11 a 12 US\$/ha, o que perfaz uma energia do produto em 2,78E+10 J/(ha.ano) o que representa uma alta se comparada com a água de abastecimento;
- Os valores de energia dos dólares de diferenciam, enquanto a água de abastecimento apresenta 1,46sej/(ha.ano) a água residuária apresentou 2,57E+16 sej/(ha.ano), representando assim um maior retorno de produção por planta e de recursos naturais envolvidos na produção do algodão colorido, desde a composição da água residuária, rica em nutrientes, que contribuiu intensamente para a rapidez no crescimento vegetativo até o índice de perdas que foi menor em 4,9 US\$/ha, quando comparada com a água de abastecimento em 7,3 US\$/ha.

9. REFERÊNCIAS

- [1] AGOSTINHO, F.D.R. **Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, 2005.
- [2] ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- [3] ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre. Editora Universidade: UFRGS. 2a edição, 2000.
- [4] AL-NAKSHABANDI.; G.A.; SAQQAR, M.M.; SHATANAWI, M.R.; FAYYADA, M.; AL-HORANI, H. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. **Agricultural Water Management**, v.34, p.81-94,1997.
- [5] AL-JALOUD, A.A.; HUSSAIN,G.; AL-SAATI,A. J.; KARIMULLA, S. Effect pf wastewater irrigation on mineral composition of corn and soughum plants in pot experiment. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, p.1677-1692, 1995.
- [6] AMORIM NETO, M da S. BELTRÃO, N.E. de M. **Determinação da época de irrigação em algodoeiro herbáceo por via climatológica**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1992. 17p. EPA. (Comunicado Técnico, 34).
- [7] APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for Examination of water and wastewater**. 19 ed, Washington, DC: APHA, 1995.
- [8] ASANO, T.; SAKAJI, R. H. **Vírus risk analysis in wastewater reclamation and reuse**. In HAHN, H.H.; KLUTE, R. (Eds). **Chemical water and wastewater treatment**. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, p.483-496, 1990.
- [9] ASSIS, R.L. de. **Agroecologia no Brasil: análise no processo de difusão e perspectivas**. Tese de Doutorado. Instituto de Economia, 2002.
- [10] AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, IRAÊ A.; ENGEL, VERA L. *ex et al.* **Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de Croton floribundus Spreng. (Capixingui) E Copaifera langsdorffii Desf.. Rev. Árvore**, Copaíba, maio/jun., vol.27, n.3, p.335-342. ISSN 0100-6762, 2003.
- [11] AYRES, R. M.; ALABASTER, G. P.; MARA, D.D. A design equation for human intestinal nematode egg removal. **Water Research**, v. 26, n. 6, p. 863-865, 1992.

- [12] AZEVEDO, M.R.Q.A. **Impactos e Modificações em Agroecossistemas cultivados com milho e algodão irrigados com água residuária tratada.** Tese de Doutorado. UFCG - Campina Grande/PB, 2005, 273p.
- [13] BARBOSA, E.M. **Direito Ambiental: em busca da sustentabilidade.** São Paulo: Scortecci, 143p. 2005.
- [14] BARTONE, C.R.; ARLOSOROFF, S. **Irrigation Reuse of Pond Effluents in Developing Countries.** *Wat. Sci. Tech.*, v.12, n. 19, p.289-297, 1987.
- [15] BASTOS, R.K.X. **Tratamento de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura.** ABES – Rima - Projeto PROSAB, 264p. 2003.
- [16] BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N. **Emergy/exergy ratio as a measure of the level of organization of systems.** *Ecological Modelling* 1997, v.99, p. 33-40. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ecolmodel>. Acesso em: 13 abril. 2005.
- [17] BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N.; **The problem of co-production in environmental accounting by emergy analysis.** *Ecological Modelling* 2000, v.129, p.187-193. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ecolmodel>. Acesso em: 13 abril. 2005.
- [18] BASTIANONI, S.; FUGARO, L.; PRINCIPI, I.; ROSINI, M. **The artificial water cycle: Emergy analysis of waste water treatment.** *ANNALI DI CHIMICA* 93 v.4, p. 347-352, 2003.
- [19] BASTIANONI, S; MARCHETTINI, N.; **"Sustainability assessment of a farm in the Chianti area"** (Italy), 2000, Siena.
- [20] BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B. da. **Recomendações técnicas e considerações gerais sobre o uso de herbicidas, desfolhantes e reguladores de crescimento na cultura do algodão.** Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1997. 32p. (EMBRAPA/CNPA. Documentos, 48).
- [21] BERNARDI, C. C; **Reuso de água para irrigação.** Brasília: ISAEFGV/ ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração Planejamento Estratégico).
- [22] BHAVIK, R. B. **A thermodynamic framework for ecologically conscious process systems engineering.** Department of Chemical Engineering, Ohio State University, 140 West 19th Avenue, Columbus, OH 43210, USA 2002. Disponível em: Elsevier Science Ltd. Acesso em: 20 junho. 2005.

- [23] BISCARO, G.A. **Utilização de águas receptoras de efluentes urbanos de sistemas de irrigação localizada superficial e subsuperficial na cultura da alface americana**. Tese de Doutorado. UNESP - Botucatu, 2003.
- [24] BJDRKLUND, J. et al. **Emergy analysis of municipal wastewater treatment and generation of electricity by digestion of sewage sludge** Resources Conservation and Recycling, 2001.31, (4), 293-316.
- [25] BLUMENTHAL, U.J.; MARA, D. D.; AYRES, R. M. et al. Evaluation of the who nematode egg guidelines for restricted and unrestricted irrigation. **Water Science and Technology**, v.33, n. 10-19, p. 277-283, 1996.
- [26] BOER, I. J. M; SMIT, J. H., **Embodied Energy and Emergy Analysis in a Dutch Agricultural Region**, 2000, Porto Venere.
- [27] BOLANOS, J. EDMEADES, G. O. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize I. Response in grain yield, biomass, and radiation utilization. **Field Crops Research**. v. 31, p,233-252, 1993.
- [28] BOUWER, H.; CHANEY, R.L. Land treatment of wastewater. **Advances in Agronomy**. v.26, p.133-176, 1987.
- [29] BRAILE, P.M; CAVALCANTI, J.E.W.A, **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 763p. 1979.
- [30] BRANCO, S.M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3ªed. São Paulo: CETESB/ASSCETESB, 1986. 620p.
- [31] BROWN, M. T. **"Environmental Accounting: Emergy perspectives on sustainability"**. "Dialogo: Valoracion económica en el uso de los recursos naturales y medio ambiente". Instituto Interamericano de Cooperación para an Agricultura Montevideú, 1998.
- [32] CAINCROS, F. **Meio Ambiente: Custos e benefícios**. Trad. Cid Knipel Moreira. São Paulo: Nobel, 1992.
- [33] CAMPOS, J.R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. ABES – Projeto PROSAB, 464p. 1999.
- [34] CAPRA, F. **A Teia da Vida - Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos** - São Paulo, Editora Cultrix, 1996.
- [35] CARVALHO, M.G.R.F. de; **Estado da Paraíba: Classificação Geomorfológica**. João Pessoa, Editora Universitária/UFPB. 1982. 72p.

- [36] CASTRO de E.M.L.; SÁENZ, R.F. **Evaluación de riegos para la salud por el uso de águas residuales en agricultura**. v.1, aspectos microbiológicos. CEPIS, Lima-Peru, 1990.
- [37] CAVALLET, O.; **Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP, 2004.
- [38] CHANG YG, SEIP HM & VENNEMO H. **The environmental cost of water pollution in Chongqing, China**, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-9101999000400009&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0034-8910. Acesso em : 28 jun.2001.
- [39] CEBALLOS, B. S. O. de; **Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecossistemas Aquáticos do Trópico Semi-árido**. São Paulo, SP. 195p. Tese de Doutorado, 1995.
- [40] CEBALLOS, B.S.O. de; LIMA, E.O. de KÖNIG, A.; MARTINS, M.T. "Spatial and Temporal Distribution of Fecal Coliformes Coliphages, Moulds and Yeasts in Freshwaters at the Semiarid Tropical Northeast Region in Brazil". **Revista Brasileira de Microbiologia**, 1995a.
- [41] CHRISTENSEN, V. **Emergy-based ascendancy**. Ecological Modelling, 72 (1994) 129-144 Elsevier Science B.V., Amsterdam, 129. Disponível em:<www.elsevier.com/locate/ecolmodel>. Acesso em 12 jul. 2003.
- [42] COMAR, M.V. **Avaliação Emergética de projetos agrícolas e agro-industriais: a busca do desenvolvimento sustentável**. 1998. 197f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas-Brasil.
- [43] CNA. **Información General de los Districtos de Riego 03 e 100, Alfajayuacan**. Genercia Estatal, Pajuca, Hidalgo, México, Comisión Nacional de Águas, Cidade do México, México, 1993.
- [44] CROOK, J. **Health aspects of water reuse in California**. J. Environ. Eng. Div. ASCE, v. 104 (EE4), p.601-610, 1978.
- [45] Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: **Agenda 21** - Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.
- [46] DUFOUR, A.P. *Escherichia coli*: the fecal coliform In: **Bacterial Indicators: Health Hazards Associated With Water**. Philadelphia, American Society for testing and materials, 1977. p. 48-58.

- [47] ECOAGRI - **Diagnóstico ambiental da agricultura no estado de São Paulo: Bases para um desenvolvimento Rural Sustentável**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. 2002. Projeto Temático. Disponível em: <<http://ecoagri.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em 10 Ago.2004.
- [48] EDRAKIA, M; H.B. Soa, E.A. **Gardner Water balance of Swamp Mahogany and Rhodes grass irrigated with treated sewage effluent a School of Land and Food Sciences**. The University of Queensland, Brisbane 4072, Qld, Australia, 2004.
- [49] EGWARI, L e ABOABA, O. O. Impacto ambiental sobre a qualidade bacteriológica do abastecimento domiciliar de água em Lagos, Nigéria. **Rev. Saúde Pública**. [online]. ago. 2002, vol.36, no.4 [citado 17 Maio 2005], p.513-520. Disponível em: <[//www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000400019&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000400019&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 15 jan. 2005.
- [50] EHLERS, E.; **Agricultura sustentável – Origens e Perspectivas de um Novo Paradigma**. Ed. Livros da Terra. São Paulo. 1996.
- [51] EMBRAPA. (2003). **Quantificação da Ocorrência de Plantas Produtoras de Algodão de Fibra de Cor Branca em um Campo da Cultura BRS 200 Marrom**. Boletim Técnico. 14p.
- [52] EMBRAPA Algodão. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. **Melhoramento do algodoeiro na Embrapa**. Campina Grande, PB, 2001. (Folder).
- [53] EMBRAPA. Algodão Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **Sistema de produção para o algodão perene de fibra marrom (BRS 200) no Nordeste brasileiro**. Campina Grande, PB, 2000. (Folder).
- [54] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 1999, 412p.
- [55] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fundação MT/EMBRAPA. Algodão no caminho do sucesso. **Boletim de pesquisa** 01. 1997.107p.
- [56] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos, 1977, 212p.
- [57] **EPA–ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY**. Process design manual – land treatment of municipal wastewater (supplement on rapid infiltration and overland flow – EPA). Washington, 1984.

- [58] **EPA TECHNOLOGY TRANSFER SEMINAR PUBLICATION (1976).** *Land treatment of municipal wastewater effluents, case histories.* U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 79p.
- [59] **EPA TECHNOLOGY TRANSFER SEMINAR PUBLICATION (1976).** *Land treatment of municipal wastewater effluents, Design factors.* U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 49p.(a)
- [60] **EPA TECHNOLOGY TRANSFER SEMINAR PUBLICATION (1976).** *Land treatment of municipal wastewater effluents, Design factors.* U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 72p.(b)
- [61] FALKINER, R. A.; SMITH, C.J. Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. **Australian Journal of soil Research**, v.35, p.131-147, 1997.
- [62] FEACHEM, R. G.; BRADLEY, D. J.; GARELICK, H.; MARA D. D. **Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management.** New York: John Wiley & Sons, 1983. (World Bank Studies in Water Supply and Sanitation, 3).
- [63] FERNÁNDEZ, S.; VIDAL, D.; SIMÓN, E.; SUGRAÑES, L. Radiometric characteristics of *Triticum aestivum* cv. Astral under water and nitrogen stress. **International Journal of Remote Sensing.** London, v. 15, nº 9, p.1867-1884, 1994.
- [64] FERREIRA. O. Água residuária doméstica tratada e adubação nitrogenada. Efeitos na cultura do algodão herbáceo e meio edáfico. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande - PB. 75p. 2003.
- [65] FILHO, M. L.; NETO C. O. A.; SILVA, D. A.; MELO H. N. S & PEREIRA; M. G. **Evolução do processo de disposição de Esgoto tratado através do escoamento subsuperficial em solo preparado com cobertura vegetal.** LARHISA. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000400019&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 22 Mar. 2004.
- [66] FOSTER, S.D., GALE, I.N.; HESPANHOL, I. **Impacts of Wastewater Use and Disposal on Groundwater Technical Report WD/94/95,** British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, 1994.
- [67] FOY RH, LENNOX SD, SMITH RV. **Assessing the effectiveness of regulatory controls on farm pollution using chemical and biological indices of water quality and pollution statistics.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101999000400009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: 18 Ago. 2001

- [68] FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage effluent: **Management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.
- [69] FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R.A. PINTO, F.A, CECON, P.R. & GALVÃO, J.C.C. **Effect of swine wastewater application on corn production for silage**. Disponível em: <<http://www.tratamentodeesgoto.com.br/informativos/acervo.php?chave=243&cp=est>> Acesso em: 13 set. 2004.
- [70] FRIEDEL, J. K.; LANGER, T.; SIEBE, C.; STAHR, K. Effects of long-term wastewater on soil organic matter, soil microbial biomass and its activities in central Mexico. **Biology and Fertility Soils**, v. 31, p. 414-421, 2000.
- [71] FRYE, I.A.; KAIRUZ, I.A.G. **Manejo de suelos y uso de fertilizantes**. I: FEDERACIÓN NACIONAL DE ALGODONEROS. Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colômbia. Bogotá: Guadalupe, 1990. p.113-202.
- [72] GARCIA-LORCA, D.R.; ORTEGA, J.M.C. **El algodón**. Madri: Mundi-Prensa, 1991. 242p.
- [73] GRIDI-PAPP, I. L.; CIA, E.; FUZATTO, M. G.; SILVA, N. M. da; FERRAZ, C. A. M.; CARVALHO, N. de; CARVALHO, L. H; SABINO, N. P.; KONDO, J.I.; PASSOS, S.M. de G.; CHIAVEGATO, E.J.; CAMARGO, P.P.de; CAVALERI, P.A. **Manual do produtor de algodão**. São Paulo: Bolsa de Mercadoria & Futuro, 1992. 158p.
- [74] GRIMES, D.W.; EL-ZIK, K.M. **Cotton**. In STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. eds. **Irrigation of agricultural crops**. Madison: Soil Science Society of America. P.741-773. (Série Agronomy, 30), 1990.
- [75] HABERKORN, T.H.; **Uso combinado de sistemas de informação geográfica e análise emergética no planejamento de bacias hidrográficas**. In: Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. Enrique Ortega (organizador). Capítulo 22. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>>. Acesso em: 14 ago.2003.
- [76] HASS, C. N.; ROSE, J.; GERBA, C.P. **Quantitative microbial risk assessment**. New York: John Wiley & Sons, 1999. 449p.
- [77] HESPANHOL, I. "Health and Technical Aspects of the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture ". In: RODRIGUES, F. (Ed.) *Socioeconomic and Environmental Issues in Water Projects – Selected Readings*. The Economic Developing Institute of the World Bank, The World Health Organization, 1994. Chap. 10.

- [78] HOLMGREN, D. **Energy and Emergy: Revaluating our world**, Collected Writings, 1978-2000: Article Twenty Two.
- [79] HORAN, N.J. **Biological wastewater treatment systems: theory and operation**. University of Leeds, Leeds U.K., John Wiley & sons Ltd. 310p. 1990.
- [80] HOSSEIN D.; TAHEI Y.; VELU R. **Assessment of evapotranspiration estimation models for use in semi-arid environments** a Tottori University, Arid Land Research Center, 1390 Hamasaka, Tottori 680-0001, Japan; Department of Natural Resources & Mines, P.O. Box 1054, Mareeba 4880, Qld, Australia, 2003.
- [81] HUANG, S.; WAN-LIN H.S.U **Materials flow analysis and emergy evaluation of Taipei's urban construction**. Landscape and Urban Planning, (2003). Disponível em: <www.elsevier.com/locate/landurbplan>. Acesso em: 28 set. 2005.
- [82] IKEDA E. **Poluição das Águas**. Disponível em: <http://www.maringa.pr.gov.br/forumambiental/anais/palestras/rec_hidricos_edsonikeda.ht>. Acesso em 06 mar. 2005.
- [83] IMHOFF, K. **Manual de tratamento de águas residuárias**. Editora Edgard Blücher Ltda. Universidade de São Paulo, 235p. 1996.
- [84] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais - Perfil dos Municípios Brasileiros (Meio Ambiente)**, 2002.
- [85] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2000.
- [86] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. 2004.
- [87] JORDÃO, E.P., PESSOA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**, Rio de Janeiro: ABES, 683p. 1995.
- [88] KAFKAFI, U. Foliar feeding of potassium nitrate in cotton. Better crops with Plant Food, **Norcross**, v.76, p.16-17, spring 1992.
- [89] KOUBAL B.; DOMINIK J.; VIGNATI D.; ARPAGAUS P.; SANTIAGO S.; OUDDANE B.; BENAABIDATE L. **Assessment of water quality and toxicity of polluted Rivers Fez and Sebou in the region of Fez (Morocco)** In: ENVIRONMENTAL POLLUTION 131 (1): 163-172 SEP 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-9101999000400009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em:3 mar. 2004.

- [90] LACA-BUENDIA, J.P.; NISRALA, A.M. Efeito de doses e épocas de aplicação de sulfato de amônia em algodoeiro herbáceo. In **Relatório 1980/1992**. EPAMIG - Programa Estadual de Pesquisa do Algodão, Belo Horizonte, p.570-574, 1997.
- [91] LAL, R.; **Soil degradation by erosion**. Land Degradation & Development. 12: 519-539. 2001.
- [92] LEÓN, S. G.; MOSCOSO, J.C. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 1999. 110p.
- [93] LÉON, S.G; CAVALLINI, J.M. **Curso de tratamiento y uso de aguas residuales**. Lima – Peru. OPS, CEPIS.151p.1996.
- [94] LOBO EA.; BES D.; TUDESQUE L.; ECTOR L. **Water quality assessment of the Pardinho river, RS, Brazil, using epilithic diatom assemblages and faecal coliforms as biological indicators**. In: VIE ET MILIEU-LIFE AND ENVIRONMENT 54 (2-3): 115-125 JUN-SEP 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101999000400009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 28 out. 2004.
- [95] LOVELOCK, J. Who coined the term provides an excellent picture of this history and process of the living earth in. **The Ages of Gaia**, Oxford Uni Pres, 1988.
- [96] LU H.F.; LAN SF, LI L, PENG SL. **New emergy indices for sustainable development**. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES-CHINA 15 (4): 562-569 JUL 2003.
- [97] MAIA, A.G.; **Valoração de Recursos Ambientais**. Tese de Mestrado. Instituto de Economia - UNICAMP. 2002.
- [98] MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. Ceres, 4ED, p.25-39, 1979.
- [99] MARA D. D.; CAIRNCROSS, S. **Guidelines for the safes use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture**. Geneva: World Health Organization, 1989. 187p.
- [100] MARQUES, J.F.; SKORUPA, L.A.; Ferraz, J.M.G. **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas**. Jaguariúna – SP. Embrapa Meio Ambiente. 2003.
- [101] MAY, P.H.; SERÔA da MOTTA, R.; **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Editora Campus Ltda. 1994.
- [102] MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W.W.; **Limites do Crescimento**. Editora Perspectiva. 2ª edição. 1978.

- [103] MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W.W.; **The Limits to Growth – A report for the club of Rome's project on the predicament of mankind**. Universe Books, New York. 2ª. Edição. 1972.
- [104] MENDES, B.V. **Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do semi-árido**. Fortaleza-CE: SEMACE. 1997.108p.
- [105] MENEZES, J.R.G.; KATO, M. **Sistemas Integrados de Tratamento de Águas Residuárias com o uso simultâneo dos Processos Anaeróbio e Aeróbio**. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/ctg/ctg51.htm>> Acesso em: 30 ago 2005.
- [106] MERRET, S. **Introduction to the economic of water resources: an international perspective**. UCL Press Limited, 1997, 21p.
- [107] MUJERIEGO, R.; SALA, L.; CARBÓ, M.; TURET, J. Agronomic and public health assessment of reclaimed water quality for landscape. **Water Science & Technology**, v.33, p.335-344, 1996.
- [108] ODUM E **Emergy analysis of shrimp mariculture in Ecuador: a review**. 2004. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ecolmodel> Acesso em: 24 abr. 2005.
- [109] ODUM HT, ODUM B. **Concepts and methods of ecological engineering**. Source: ECOLOGICAL ENGINEERING 20 (5): 339-361 OCT 2003.
- [110] ODUM H.T. **Emergy Accounting**. Environmental Engineering Sciences University of Florida, Gainesville, Florida, USA, April 2000.
- [111] ODUM, H.T.; BROWN, M.T.; WILLIAMS, S.B. **Handbook of Emergy Evalution; Introduction and Global Budget**. Gainsville-Florida: Center for Enviromental Policy, 2000. 16p.
- [112] ODUM, H.T. **Environmental accounting, emergy and decision making**. New York: John Wiley, 1996. 370 p.
- [113] ODUM, H.T.; HARDING, J.E. **Emergy Analisys of Shimp Mariculture in Ecuador**. Working Paper, Center for Environmental Policy. Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida, 1991.114p.
- [114] OLIVEIRA, F. A. de & CAMPOS, T. G. da S. Efeito da supressão da irrigação no algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária**. Brasília, DF. 1992. v.26, nº 3, p.383-390.

- [115] ORTEGA, E. **Sustainable Development and Integrated Systems for Food and Energy Production**. 1997. Trabalho não publicado. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/sustain/slide1.htm>> Acesso em: 15 jan. 2004.
- [116] ORTEGA, E.; ANAMI, M.; DINIZ, G. Certification of food products using emergy analysis. **Proceedings of III International Workshop Advances in Energy Studies: reconsidering the importance of energy**. September, 24-28, Porto Venere, Italy, p. 227-237, 2002.
- [117] ORTEGA, E., MILLER, M., **Avaliação ecossistêmica - emergética de processos agrícolas e agroindustriais. estudo de caso: a produção de soja**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/portoalegre/portoalegre.htm>>. Acesso em: 20 fev.2006
- [118] OWEIS T. A; HACHUMB A.; PALA, M. Water use efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment a Natural. **Resource Management Program, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), P.O. Box 5466, Aleppo, Syria, 2003**.
- [119] PAGANINI W.S. **Disposição de Esgotos no Solo: (escoamento à superfície)**, 2.ed. São Paulo, Fundo Editorial da AESABESP, 1997.232p.
- [120] PANZIERI M.; MARCHETTINI N.; RIDOLFI R. **Environmental certification: A scientific tool for sustainability. Evaluation of possible indicators for the environmental performance evaluation (EPE) of Ravenna Province (Italy)**. ANNALI DI CHIMICA 93 (4): 429-438 APR 2003.
- [121] PASSOS, S.M. de G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, p.138-203.1980.
- [122] POUND, C.E. et al, CULP, R.L. et al **Handbook of advanced wastewater treatment**. 2. ed. Nova York, Van Nostrand Reinhold Company, 1977.
- [123] PRETTY, J.N.; Brett, C.; Gee, D.; Hine, R.E.; Mason, C.F.; Morison, J.I.L.; Rayment, M.D.; van der Bijl, G; Dobbs, T. **Policy and Practice: Policy Challenges and Priorities for Internalizing the Externalities of Modern Agriculture**. Journal of Environmental Planning and Management, 44 (2), 263-283, 2001.
- [124] PRETTY, J.N.; Brett, C.; Gee, D.; Hine, R.E.; Mason, C.F.; Morison, J.I.L.; Raven, H.; Rayment, M.D.; van der Bijl, G; **An assessment of the total external costs of UK agriculture**. ELSEVIER - Agricultural Systems. 2000.

- [125] QUEIROZ, J.F.; ORTEGA, E.; BOYD, C. E.; FERRAZ, J.M. Análise Emergética do Cultivo de Bagre no Alabama, EUA: uma Visão Geral. **Revista Brasileira de Ecologia**, Rio Claro, São Paulo, Brasil, p.61-70, 2000.
- [126] RAIJ, B.V.; et al. (1987). **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas, Fundação Cargil/Instituto Agrônômico CPA.AS, SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (Unesp, Jaboticabal), 170p.
- [127] RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A. (1983). **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Boletim técnico n. 81, Campinas R. Vieira Gráfica e Editora Ltda., 35p.
- [128] RAIJ, B.V.; ZULLO, M.A. T. (1977). **Métodos de análise de solo**. Circular n.63, Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), 17p.
- [129] RICHARDS, L.A. *Diagnosis Y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. México: Limusa. 1965. 172p.
- [130] RICHTER, C.A.; NETTO, J.M.A. **Tratamento de água – Tecnologia atualizada**. Editora Edgard Blücher Ltda. 332p. 1991.
- [131] ROMEIRO, A.R.; **O papel dos indicadores de sustentabilidade e da contabilidade ambiental**. In: Avaliação e contabilização de impactos ambientais. Romeiro, A.R. (organizador). Campinas, SP: Editora da UNICAMP, São Paulo, SP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 2004.
- [132] SANTANA, J. C. F. de; VANDERLEY, M.J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. Qualidade e tecnologia da fibra e do fio de linhagens de algodão de fibra colorida. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.3, nº 3, p.195-200, set-dez. 1999.
- [133] SANTOS, CLÁUDIA G. DA F.; LIMA, VERA L. A. DE; MATOS, JOSÉ de A. et al. **EFEITO DE USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS SOBRE A VAZÃO DE MICROASPERORES**. *REV. BRAS. ENG. AGRÍC. AMBIENT.* Set./Dez. 2003, vol.7, n.3. Disponível em:<http://WWW.SCIELO.BR/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S1415-43662003000300028&LNG=PT&NRM=ISO>. Acesso em: 22 fev. 2006.
- [134] SARCINELLI, O.; REYDON, B.P.O; ORTEGA, E.; **Análise da sustentabilidade econômica e ecológica da cafeicultura para pequenas propriedades**. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER). 2004.

- [135] SEMENAS, L.; BRUGNI, N.; VIOZZI, G. *et al.* Control of parasites in domestic sewage. **Rev. Saúde Pública**. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101999000400009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: 12 dez, 2006.
- [136] SHELEF, G. Wastewater reclamation and water resources management in Israel. **Water Science and Technology**, v.24, n.9, p. 251-265, 1991.
- [137] SHENDE, G. B. "Status of Wastewater Treatment and Agricultural Reuse with Special Reference to Indian Experience and Research and Development Needs". In: PESCOD, M.B. ARAR, A. (Ed). **Proceedings of the FAO Seminar on the Treatment and Use of Sewage Effluents for Irrigation**, Nicosia, Cyprus, 7-9 October, Butterworths, Londres, 1985.
- [138] SHUFING AN; BAO H; ZOU C. **Studies of emergy flow in a compound agro-ecosystem in the Taihu Lake area, Jiangsu Province, China**¹. *Ecological Engineering* 11 (1998) 303–313. Disponível em:<www.elsevier.com/locate/ecolmodel> Acesso em: 29 jul. 2003.
- [139] SHUVAL, H.I.; ADIN, A.; FATTAL, B. RAWITZ, E.; YEKUTIEL, P. **Wastewater irrigation in developing countries: Health effects and technical solutions**. Washigton, D.C.: The Word Bank. Technical Paper n. 51, 1986.
- [140] SILVA, E.F.; LIMA, M.A; G.A.; SALGUEIRO, A.A. **Investigação microbiológica de águas residuárias do aterro da muribeca, Recife/PE**. Disponível em:<www.sne.org.br/congresso/resumos/impactos_ambientais/288.htm> Acesso em 17 maio. 2004
- [141] SMITH, C. J. **Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis***. *Australian Journal of soil Research*, v.35, p.131-147, 1997.
- [142] SOUSA, J. T. & LEITE, V. D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. Campina Grande, PB: EDUEP, 2002, 103p.
- [143] SOUSA, J.T. de. **Pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio de fluxo ascendente em um reator aeróbio seqüencial em batelada e coluna de lodo anaeróbio para desnitrificação**. São Carlos: USP, 1996, 256f. Tese de Doutorado.
- [144] SPEIR, T.W.; VAN SCHAİK, A. P.; KETTLES, H. A.; VICENT, K.W.; CAMPBELL, D.J. Soil and stream-water impacts of sewage effluent irrigation onto steeply sloping land. **Journal of Environmental Quality**, v. 28, p.1105-1114,1999.

- [145] STAUT, L. A.; KURIHARA, C. H. **Calagem e Adubação**. In: **Embrapa Agropecuária Oeste**. Embrapa Algodão. Algodão: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 2001, p.103-123.
- [146] STRAUS, H.; BLUMENTHAL, U.J. **Human waste use in agriculture and aquaculture**. Utilization practices and health perspectives. Switzerland: International Reference Centre for Waste Disposal, 1989 (Report, 8/89).
- [147] TANJI, K.K. Irrigation with marginal quality water: issue. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.123,p.165-169, 1997.
- [148] THOMPSON, W.R.F. of Cotton for yields and quality. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. dos (eds) **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.93-99.
- [149] TILLEY D.R.; SWANK W.T. Emergy-based environmental systems assessment of a multi-purpose temperate mixed-forest watershed of the southern Appalachian Mountains, USA. **Journal of Environmental Management** 69 (3): 213-227 NOV 2003. Disponível em:< www.elsevier.com/locate/jenvman> Acesso em: 25 fev. 2004.
- [150] TUNDISI, J.G. **Limnologia no século XXI – Perspectivas e Desafios**. Conferência de Abertura do VII Congresso Brasileiro de Limnologia. São Carlos – SP, 1999, 24p.
- [151] TUNDISI, J.G. **Água no século XXI – Enfrentando a escassez**. São Carlos, 1997, 247.
- [152] ULGIATI, S.; ODUM, H.T.; BASTIANONI, S.; **Emergy use, environmental loading and sustainability: an emergy analysis of Italy**. Ecological Modelling. V.73, p.215-268. 1994.
- [153] VAN HAANDEL, A.C.; LETTINGA, G. **Tratamento anaerobio de esgotos. Um manual para regiões de clima quente**. Campina Grande, 1994, 198p.
- [154] VASQUEZ-MONTIEL, O.; HORAN, N.J.; MARA, D.D. Management of domestic wastewater for reuso in irrigations. **Water Science & Technology**, v.33, p.355-362, 1996.
- [155] VIVANCOS, A.D. **Tratado de fertilización**. Madrid: Mundi:Prensa, 1989.601p.
- [156] **WORLD HEALTH ORGANIZATION**. Health Guidelies for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture. Tecn. Report. Ser. Nº 778 Geneva: World Health Organization, 1989.

- [157] **WORLD HEALTH ORGANIZATION.** Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards. Of a WHO meeting of experts. Technical report series n. 517. Genebra, 1973.
- [158] ZUO, P.; WAN, S.W.; QIN, P.; DU, J.; WANG, H. A comparison of the sustainability of original and constructed wetlands in Yanching Biosphere Reserve, China: implications from emergy evaluation. **Environmental Science & Policy**, v.7, p. 329-343, 2004.

A P Ê N D I C E S

APÊNDICE I

DIAGRAMA DE IRRIGAÇÃO PARA O EXPERIMENTO DO ALGODÃO COLORIDO, IRRIGADO COM ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA

APÊNDICE II

ESQUEMA DE IRRIGAÇÃO PARA O EXPERIMENTO DO ALGODÃO COLORIDO, IRRIGADO COM ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA

APÊNDICE III

MANUAL DE CÁLCULO DE EMERGIA

APÊNDICE - I

DIAGRAMA DE IRRIGAÇÃO PARA O EXPERIMENTO DO ALGODÃO COLORIDO, IRRIGADO COM ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA

B1		B2		B3		L
O	P	O	PN	N		L4-R
PN	N	P	N	PN	O	
N	PN	N	P	O	PN	L5-R
P	O	PN	O		N	
PN1	PN	PN1	PN	PN1	PN	L3T-A
PN	N	P	N	PN	O	L2-R
O	P	O	PN	N	P	
PN	N	PN	O	P	N	L1-R
O	P	N	P	O	PN	

Legenda:

N = 90 kg de N ha⁻¹

N1 = 180 kg de N ha⁻¹

P = 60 de P₂O₅ ha⁻¹

O = sem adubação NP

L = Lâmina, L1 = 1000, L2 = 800, L3 = ET₀, L4 = 600, L5 = 400 mm

B = Bloco

T = Testemunha

R = Água Residuária

A = Água de Abastecimento

APÊNDICE - II

ESQUEMA DE IRRIGAÇÃO PARA O EXPERIMENTO DO ALGODÃO COLORIDO, IRRIGADO COM ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA		
TRÊS DIAS E MEIO		
L1 - Lâmina de 1000mm = 55 min./dia=193 min. p/ três dias e meio = 3h e 13 min		
L2 - Lâmina de 800mm = 44 min./dia = 154 min. p/ três dias e meio = 2h e 34 min.		
L3 - Testemunha, 44 min./dia = 154 min. p/ três dias e meio = 2h e 34 min.		
L4 - Lâmina de 600mm = 33 min./dia = 115 min. p/ três dias e meio = 1h e 55min.		
L5 - Lâmina de 400 mm = 22 min./dia = 77 min. p/ três dias e meio = 1h e 15 min.		
Início as 06:00 da manhã		
Início as 07:00 da manhã		
Início as 08:00 da manhã		
L5 - desliga as 07:15	L5 - desliga as 08:15	L5 - desliga as 09:15
L4 - desliga as 07:55	L4 - desliga as 08:55	L4 - desliga as 09:55
L3 e L2 desliga as 08:34	L3 e L2 desliga as 09:34	L3 e L2 desliga as 10:34
L1 - desliga as 09:13	L1 - desliga as 10:13	L1 - desliga as 11:13
Início as 06:30 da manhã		
Início as 07:30 da manhã		
Início as 08:30 da manhã		
L5 - desliga as 07:45	L5 - desliga as 08:45	L5 - desliga as 09:45
L4 - desliga as 08:25	L4 - desliga as 09:25	L4 - desliga as 10:25
L3 e L2 desliga as 09:04	L3 e L2 desliga as 10:04	L3 e L2 desliga as 11:04
L1 - desliga as 09:43	L1 - desliga as 10:43	L1 - desliga as 11:43
DOIS DIAS		
L1 - 1000mm = 110 min. - 1h e 50 min.		
L2 - 800 mm = 88 min. - 1h e 28 min.		
L3 - Testemunha = 88min. - 1h e 28 min.		
L4 - 600 mm = 66 min. - 1h e 6 min.		
L5 - 400mm = 44 min.		
Início as 06:00 da manhã		
Início as 07:00 da manhã		
Início as 08:00 da manhã		
L5 - desliga as 06:44	L5 - desliga as 07:44	L5 - desliga as 08:44
L4 - desliga as 07:06	L4 - desliga as 08:06	L4 - desliga as 09:06
L3 e L2 desliga as 07:28	L3 e L2 desliga as 08:28	L3 e L2 desliga as 09:28
L1 - desliga as 07:50	L1 - desliga as 08:50	L1 - desliga as 09:50
Início as 06:30 da manhã		
Início as 07:30 da manhã		
Início as 08:30 da manhã		
L5 - desliga as 07:14	L5 - desliga as 08:14	L5 - desliga as 09:14
L4 - desliga as 07:36	L4 - desliga as 08:36	L4 - desliga as 09:36
L3 e L2 desliga as 07:58	L3 e L2 desliga as 08:58	L3 e L2 desliga as 09:58
L1 - desliga as 08:20	L1 - desliga as 09:20	L1 - desliga as 10:20

Manual de Cálculo de Emergia



Módulo sobre Sistemas agrícolas no Brasil.

E. Ortega, M. Miller, M.H. Anami, E. Ccopa,

P.R. Beskow, L.A. Margarido; A. K. Guimarães.

Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada. FEA, Unicamp.

Campinas, SP, Brasil. 8-01-2001. Última revisão: 7-08-2002

Colaboração: UFSCar - DTAISER - Araras.

O cálculo do impacto sócio-ambiental de projetos é uma extensão da contabilidade econômica tradicional. A ferramenta de trabalho básica para a contabilidade sócio-ambiental é uma planilha onde se registram todos os fluxos de entrada e saída do sistema estudado e não apenas os fluxos monetários. Consideram-se todos os bens e serviços consumidos (da economia e da natureza) e também todos os produtos e resíduos produzidos.

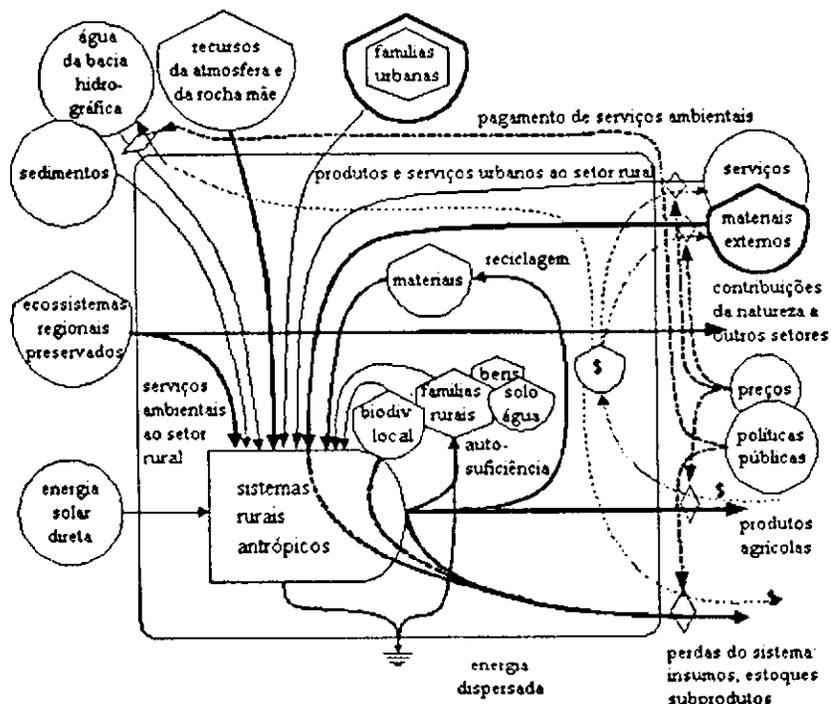
Na prática, agregam-se linhas à planilha econômica tradicional para considerar:

- (a) as contribuições da natureza,
- (b) as perdas ou ganhos nos estoques internos do sistema,
- (c) as despesas que o sistema acarreta em outros sistemas.

As primeiras linhas são incluídas para levar em conta os serviços ambientais.

As segundas permitem mensurar a eficiência do sistema.

As últimas correspondem as externalidades negativas, que a sociedade paga em vez das empresas que as geram.



Todos os fluxos, sejam materiais, serviços ou dinheiro, são convertidos em fluxos de **energia**, conceito físico que considera toda a energia incorporada nos recursos a serem usados no sistema (Odum, 1996). É necessário dispor de dados de outros pesquisadores que estudaram os processos de transformação necessários para a produção de cada recurso e calcularam a eficiência sistêmica desse processo.

No cálculo de fluxos de energia usa-se um fator de conversão, que é o valor inverso da eficiência sistêmica, o qual denomina-se **Transformidade**. Colocamos uma tabela de transformidades no endereço: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm>

Aplicação: comparação de sistemas de produção

Este manual está ainda em construção e será submetido a diversas revisões nos próximos meses. A finalidade é mostrar como se calcula a energia dos diversos fluxos de entrada e saída no balanço de energia de sistemas agrícolas. O cálculo dos valores de energia dos **insumos** e dos **serviços** da economia é relativamente simples, bastando achar a transformidade apropriada e, às vezes, realizar alguma conversão de unidades. Já no caso dos **recursos naturais** (tanto os renováveis quanto os não renováveis) a obtenção dos valores dos fluxos de recursos e sua conversão para fluxos de energia exigem um esforço maior; para facilitar a compreensão do cálculo, mostraremos exemplos dos procedimentos seguidos para mensurar a contribuição das diversas fontes e estoques de energia que permitem o funcionamento do sistema. Os procedimentos de cálculo serão descritos na seguinte ordem:

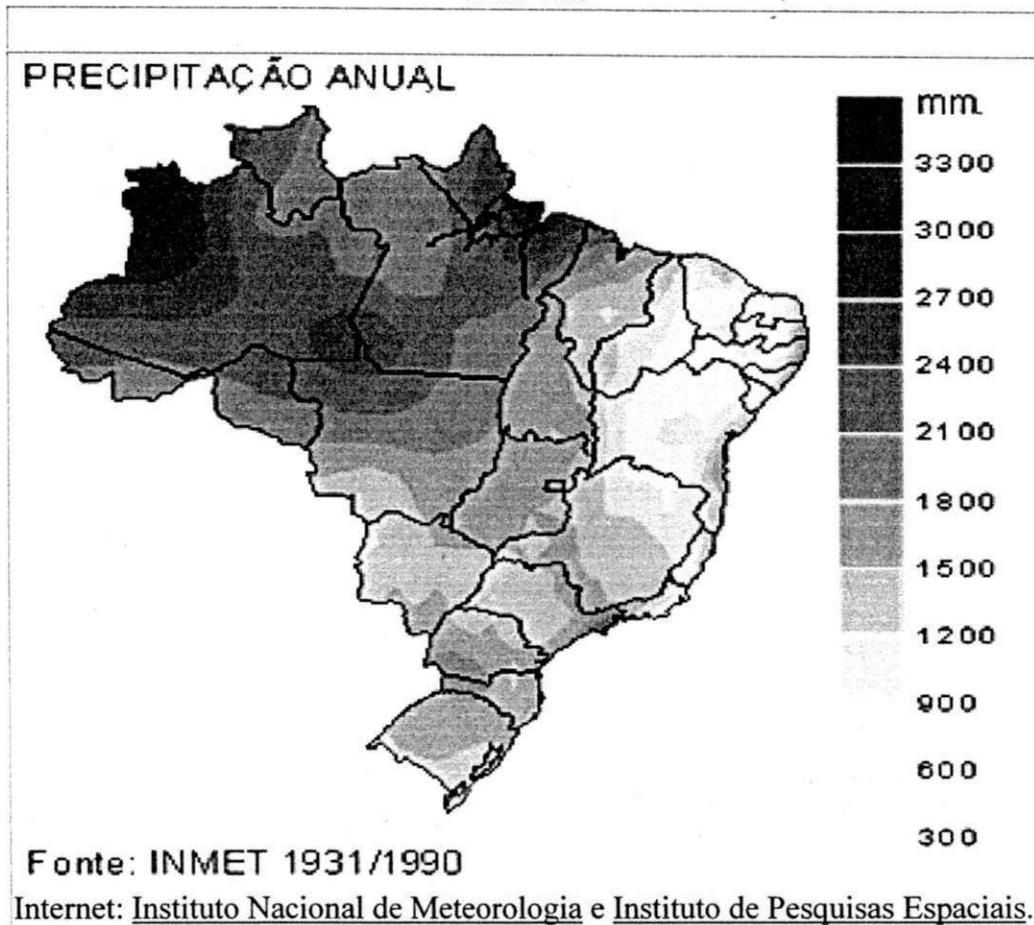
(A) Contribuições ambientais do sistema externo
(A.1) Energia solar direta (radiação solar, vento, chuva);
(A.2) Energia gravitacional (ação da massa lunar);
(A.3) Energia do calor interno da Terra (soerguimento terrestre);
(A.4) Energia solar acumulada (biodiversidade);
(A.5) Energia solar acumulada (estoques materiais);
(A.6) Energia da imigração humana.
(B) Mudanças dos estoques internos
(B.1) Energia do solo;
(B.2) Energia da biodiversidade local;
(B.3) Energia dos lençóis de água locais;
(B.4) Energia da infra-estrutura local;
(B.5) Energia das pessoas (cultura local).
(C) Insumos materiais
(C.1) Sementes ou mudas;
(C.2) Inoculantes;
(C.3) Acondicionadores de solo;
(C.4) Inoculantes;
(C.5) Fertilizantes;
(C.6) Pesticidas;
(C.7) Herbicidas;
(C.8) Outros insumos químicos;

(C.9) Infra-estrutura produtiva;
(C.10) Maquinário agrícola;
(C.11) Combustível e lubrificantes;
(C.12) Insumos usados na reciclagem;
(D) Serviços econômicos
(D.1) Mão-de-obra simples;
(D.2) Mão-de-obra qualificada;
(D.3) Administração;
(D.4) Assessoria;
(D.5) Viagens e viáticos;
(D.6) Seguridade social;
(D.7) Custeio;
(D.8) Seguro agrícola;
(D.9) Transporte;
(D.10) Beneficiamento e armazenagem;
(D.11) Impostos e taxas;
(D.12) Serviços usados na reciclagem.
(E) Produtos e subprodutos
(E.1) Produto principal;
(E.2) Subprodutos;
(E.3) Resíduos.
(F) Perdas de insumos
(F.1) Fertilizantes;
(F.2) Pesticidas;
(F.3) Herbicidas.
(G) Serviços externos (pagos pela sociedade)
(G.1) Tratamento médico de trabalhadores e familiares;
(G.2) Tratamento de efluentes líquidos e sólidos.

Para o cálculo dos **materiais e serviços** utilizados na produção, os dados podem ser obtidos facilmente em anuários e em contatos com produtores, extensionistas e pesquisadores. As principais informações, consumo e preço unitário dos insumos, podem ser obtidas na publicação **Agriannual**, editada pela empresa de consultoria FNP, de São Paulo. Também podem ser obtidos dados de pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (**EMBRAPA**), de institutos de pesquisa estaduais (**IAPAR** do Paraná, **IAC** de Campinas, SP), de empresas estaduais de extensão rural (**CATI-SP**, **EMATER-RS**) e de consultas a Engenheiros Agrônomos. Algumas informações podem ser encontradas por meio de pesquisa nas páginas da Internet. O Censo Nacional Agropecuário também fornece dados valiosos.

A. CONTRIBUÇÕES AMBIENTAIS DO SISTEMA EXTERNO

CHUVA:



CHUVA (continuação):

Considerou-se que a precipitação pluvial recebida no cultivo da soja corresponderia a $0,8 \text{ m}^3$ de chuva por m^2 por ano na região produtora do Paraná. O saldo anual de água (700 mm) poderia ser usado para plantar milho ou trigo. Se a água trazida pela chuva for muita e bem distribuída, pode permitir duas safras anuais. Em São Paulo poderíamos ter 1000 mm de coluna de água na safra das chuvas (soja) e 500 mm na safra da seca (milho).

CHUVA (continuação):

Procede-se à conversão de unidades:
primeiramente para unidades de área ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$); **hectare**: $1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2$;
depois para unidades de massa ($\text{kg}/\text{ha}/\text{ano}$); **densidade da água**: 1 m^3 corresponde a $1,0 \text{ E}+03 \text{ kg}$;
finalmente para unidades de energia ($\text{Joule}/\text{ha}/\text{ano}$); **energia livre de Gibbs da água**: 1 kg corresponde a $5,0 \text{ E}+03 \text{ J}$.
A energia da água na agricultura depende de sua capacidade de solubilizar sólidos

existentes no solo agrícola para serem absorvidos pela planta; a Energia Livre de Gibbs mede esse potencial de trabalho ecossistêmico.

$$\frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} * \frac{5000 \text{ J}}{\text{kg}} = \frac{5.0 \text{ E}10 \text{ J}}{\text{ha} \cdot \text{m}^3}$$

Podemos agora multiplicar o valor da precipitação pelo fator de conversão de unidades obtido acima.

$$\frac{0.8 \text{ m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{ano}} * \frac{5.0 \text{ E}10 \text{ J} \cdot \text{m}^2}{\text{ha} \cdot \text{m}^3} = \frac{4.0 \text{ E}10 \text{ J}}{\text{ha} \cdot \text{ano}}$$

CHUVA (continuação):

Obtido o fluxo de energia, procede-se a sua conversão em fluxo de energia usando o valor da transformidade correspondente ao potencial químico da água de chuva (1.82 E+04 seJ/J). Feitas todas estas operações, temos o fluxo de energia: 7.28 E+14 seJ/ha/ano. O fluxo monetário equivalente da chuva é 196.76 US\$ emergéticos/ha/ano.

Repare que o preço da terra agrícola depende, em grande parte, da quantidade e qualidade da água de chuva.

A água de irrigação começará a ser cobrada em todas as bacias hidrográficas do país; o custo a ser cobrado inicialmente é estimado em 0.10 US\$/m³. Será esta uma estimativa correta?

B. MUDANÇA DOS ESTOQUES INTERNOS (ACÚMULO OU PERDA)

PERDA DE SOLO:

A natureza produz solo em taxas muito menores que as taxas de consumo da agricultura convencional. A presença de árvores, arbustos e plantas companheiras no terreno de lavoura é importante porque elas evitam a erosão, recuperam terras, mantêm a umidade e as nascentes, bombeiam nutrientes com suas raízes. Mais importante que o consumo de nutrientes pelas culturas é a perda de nutrientes por erosão devida à chuva e ao vento. A taxa desta perda depende do tipo de terra, da declividade, do regime de água, do tipo das culturas, do tipo de procedimentos agrícolas. Terras submetidas a tratamentos inadequados tem sua produtividade diminuída e podem deixar de ser férteis e ser abandonadas ou precisar ser recuperadas para retornar ao trabalho na agricultura. As tabelas seguintes mostram o conteúdo de matéria orgânica para diversos tipos de solos e a taxa de erosão para diversas culturas ou uso do solo.

Matéria orgânica do solo:	
Tipo de solo	Porcentagem de matéria orgânica
Solo com muito húmus	5%
Solo agrícola fértil	3 - 4%
Solo de regiões semi-áridas	1 - 2%

Perda de solo agrícola:	
Cobertura ou uso do solo	Perda anual (ton/ha)
Pastagens	0.4
Floresta natural	(0.1)
Cerrado natural	(0.4)
Plantação florestal (eucalipto ou pinus)	10-15
Árvores frutíferas	(0.9)
Legumes e hortaliças	5-15
Milho, cana-de-açúcar	10-40
Arroz, batata	25
Feijão, mandioca	35

PERDA DE SOLO (continuação):

A perda de solo nas culturas que deixam o solo a descoberto é grande (20-40 t/ha/ano). Com o plantio direto essa perda é minimizada. No caso da soja, estima-se um valor pequeno, 1500 kg/ha/ano, na propriedade produtora de soja que adota a tecnologia plantio direto- herbicidas. Já no caso da opção orgânica, consideramos a perda como sendo nula e, na agroquímica, 15 t/ha/ano. Como o valor é dado em massa (kg de solo/ha/ano) procede-se à conversão para energia (Joule) através do seguinte cálculo, que requer conhecimento do conteúdo de matéria orgânica do solo:

$$\frac{1500 \text{ kg de solo}}{\text{ha} \cdot \text{ano}} * \frac{0.04 \text{ kg matéria orgânica}}{\text{kg de solo}} * \frac{5400 \text{ kcal}}{\text{kg m.o.}} = \frac{3.24 \text{ E}+05 \text{ kcal}}{\text{ha} \cdot \text{ano}}$$

Depois multiplica-se pelo fator de conversão: 4186 Joule/ 1 kcal. Obtido o valor energético em termos do valor calórico da matéria orgânica seca do solo, é então possível utilizar-se a transformidade correspondente constante da tabela (7,38 E+04 sej/J) para obter o fluxo de energia: 1.00 E+14 sej/ha/ano. O fluxo monetário equivalente é de 27.03 US\$ emergéticos/ha/ano. Observação: assim como no caso da água, o consumo exagerado de solo pode vir a ser taxado nas bacias hidrográficas para otimizar o uso dos recursos produtivos.

BIODIVERSIDADE: Recuperação, equilíbrio ou perda de reservas de biodiversidade

Pode-se estimar a quantidade de biomassa que deixa de ser produzida (ou passa a ser produzida) nas áreas incorporadas à lavoura de soja (ou à reserva florestal legal, permanente ou funcional). No caso de produtividade em massa (kg de biomassa/ano), procede-se de forma a considerar no cálculo a umidade média da biomassa (60%) e a respectiva transformidade.

Produtividade primária de biomas (E. Odum, s/d) em quilojoules por metro quadrado por ano :

Bioma	Produção kJ/m ² /ano	Bioma	Produção kJ/m ² /ano	Bioma	Produção kJ/m ² /ano
01. Deserto	60	02. Deserto arbustivo	1320	03. Agricultura (subsistência)	1528
04. Oceano aberto	2420	05. Tundra ártica e alpina	2650	06. Áreas semidesérticas	2650
07. Plataforma continental	6620	08. Pradaria temperadas	9240	09. Lagos, rios, córregos	9450
10. Arbustos (clima temperado)	11340	11. Agricultura comercial	12290	12. Floresta boreal de coníferas	13100
13. Savana tropical	13440	14. Floresta temperada decídua	22210	15. Pântanos tropicais	35280
16. Estuários tropicais	35280	17. Algas sésseis	35280	18. Florestas tropicais	36160

PERDA OU INCORPORAÇÃO DE PESSOAS:

Inclusão ou exclusão

Considerando a agricultura agroquímica como referência, observa-se que a produção orgânica gera emprego e a opção plantio direto-herbicidas gera desemprego. A produtividade das opções plantio direto-herbicidas e agroquímica é a mesma, derivando o lucro da opção plantio direto-herbicidas da dispensa de trabalho humano na lavoura (suspensão do corte manual e da capina). O que pode vir a ser "vantagem" para o grande agricultor pode ser "desvantagem" para o pequeno e médio agricultor que não pode adotar essa tecnologia intensiva em recursos energéticos e econômicos e que elimina trabalho braçal (emprego rural). E acima de tudo, desvantagem para a sociedade, que passa a assumir o ônus do desemprego rural e as despesas diretas e indiretas do êxodo para as cidades e da favelização e marginalização decorrentes. Este fato deve ser considerado na discussão de políticas públicas para a agricultura. As pessoas são uma fonte de energia na produção rural e, portanto, a perda dos trabalhadores pode ser estimada como trabalho que deixa de ser utilizado (plantio-direto-herbicidas) ou passa a ser agredido (orgânica).

C. INSUMOS MATERIAIS SEMENTES:

Na produção agrícola usam-se 60 a 90 quilogramas de sementes por hectare por ano (kg/ha/ano).

Identificamos três tipos de semente:

Semente orgânica produzida pelos agricultores (transformidade: 1.0 E12 sej/kg);

Semente híbrida ou fiscalizada de empresas (transformidade: 1.0 E12 sej/kg);

Semente transgênica resistente a herbicida (transformidade estimada: 1.0 E13 sej/kg);

Obtenção do valor da transformidade por kg de soja:

$$\frac{5400 \text{ kcal}}{\text{kg de semente}} * \frac{4186 \text{ Joules}}{\text{kcal}} = \frac{1.8 \text{ E7 Joules}}{\text{kg semente}}$$

$$\frac{1.8 \text{ E7 Joules}}{\text{kg semente seca}} * \frac{66000 \text{ seJ}}{\text{Joule}} = \frac{1.05 \text{ E+12 seJ}}{\text{kg semente seca}}$$

Considera-se que o investimento tecnológico e de comercialização e propaganda é alto na produção da semente transgênica, por isso o valor é dez vezes maior, sobretudo sendo ela proibida no país.

Sementes (continuação):

O fluxo monetário equivalente é obtido multiplicando o fluxo de energia das sementes pelo valor emergético do dólar no Brasil em 1998 (3,70 E+12 seJ/US\$). Este último valor foi estimado a partir dos valores da transformidade do dólar no Brasil existentes na tabela de transformidades, os quais foram calculados a partir de valores dos censos econômicos de 1981, 1989 e 1995.

$$\frac{(0.85- 8.5) \text{ seJ}}{\text{ha . ano}} * \frac{3.7 \text{ E12 US\$}}{\text{dólar}} = \frac{23-230 \text{ US\$ emergéticos}}{\text{ha . ano}}$$

O preço das sementes utilizado nos cálculos varia entre 0.20 e 0.40 US\$/kg. Obtém-se o fluxo monetário real em US\$/ ha/ano multiplicando-se o custo unitário pela quantidade utilizada de sementes .

MUDAS:

Em algumas culturas agrícolas usam-se mudas. Como não existe um valor tabelado para energia de inoculante, há necessidade de usar o valor monetário e a transformidade do dólar no Brasil.

$$\frac{x \text{ kg}}{\text{ha . ano}} * \frac{y \text{ dólares}}{\text{kg}} * \frac{3.7 \text{ E12 seJ}}{\text{dólar}} = \frac{z \text{ US\$ emergéticos}}{\text{ha . ano}}$$

Multiplica-se o volume consumido (kg/ha/ano) pelo preço unitário do produto (US\$/kg) e pela transformidade (3,70E+12 seJ/US\$). Neste caso o fluxo monetário equivalente (em US\$ emergéticos/ha/ano) é idêntico ao fluxo monetário real pelo fato de ter sido utilizada a transformidade em dinheiro.

INOCULANTES:

Na produção de soja com o uso de herbicidas convencionais são utilizados 1,7 quilogramas de inoculante por hectare por ano. Como não existe um valor tabelado para energia de inoculante, há a necessidade de usar o valor monetário e o fator de

conversão do valor monetário no Brasil em termos de energia. Multiplica-se o volume consumido pelo preço unitário do produto e pela transformidade da moeda.

$$\frac{1.7 \text{ kg}}{\text{ha . ano}} * \frac{0.86 \text{ dólar}}{\text{kg}} * \frac{3.7 \text{ E12 seJ}}{\text{dólar}} = \frac{5.45 \text{ E12 seJ}}{\text{ha . ano}}$$

O fluxo monetário equivalente, 1.46 US\$ emergéticos/ ha/ano é idêntico ao fluxo monetário real pelo fato de ter sido utilizada a transformidade em dinheiro. Observação: a despesa energética com inoculante é pequena em relação ao benefício que ele traz ao sistema em termos de nitrogênio atmosférico capturado.

CALCÁRIO:

As terras de diversas regiões do Brasil são ácidas e respondem positivamente (em produtividade) à adição de material calcário. As tabelas fornecem valores de transformidade para calcário em termos de energia solar por massa (seJ/kg).

$$\frac{2000 \text{ kg de calcário}}{\text{ha . ano}} * \frac{1.0 \text{ E12 seJ}}{\text{kg de calcário}} = \frac{2.0 \text{ E+15 seJ}}{\text{ha . ano}}$$

FERTILIZANTES:

Podem ser usados diversos tipos de nutrientes:

- (a) Fertilizantes químicos solúveis; (b) Esterco; (c) Rocha moída;
(d) Adubo verde, (e) Compostos; (f) Resíduos (rurais e urbanos).

Os fertilizantes químicos solúveis podem ser:

- (a) Fosfatos de diversos tipos; (b) Nitratos e amônia; (c) Sais de Potássio;.
(d) Misturas com diversas razões de N, P, K.

FERTILIZANTES (continuação):

As tabelas de transformidade fornecem valores para os fertilizantes de três formas:

- (a) seJ/J de fertilizante; (b) seJ/kg de fertilizante e (c) seJ/kg do elemento ativo.

Transformidades

	seJ/J fertilizante	seJ/kg fertilizante	seJ/kg elemento
Nitrogenados (1 860 000)		38.0 E11	46.0 E11
Potássicos (3 000 000)		11.0 E11	17.4 E11
Fosfatados (10 100 000)		39.0 E11	178.0 E11

As transformidades mais usadas são as dadas em termos de massa (seJ/kg de fertilizante).

$$\frac{300 \text{ kg de fosfato}}{\text{ha . ano}} * \frac{39 \text{ E11 seJ}}{\text{kg de fosfato}} = \frac{11.7 \text{ E+14 seJ}}{\text{ha . ano}}$$

Pode-se usar valores ponderados em função da proporção de cada tipo de sal químico.

A proporção de N, P, K costuma ser indicada no nome do fertilizante.

FERTILIZANTES (continuação):

Exemplo:

Fertilizante (10,20,20). Os valores indicados entre parênteses são as porcentagens de N, P₂O₅ e K₂O no fertilizante.

As relações dos pesos moleculares são: [P/P₂O₅]=0.437 e [K/K₂O]=0.83

$$46E11(1.0)(0.1)+17.4E11(0.437)(0.2)+178(0.83)(0.2) = 4.6 E11 + 1.53 E11 + 29.54 E11 = 35.7 E11 \text{ seJ/kg}$$

$$\frac{300 \text{ kg fertilizante (10,20,20)}}{\text{ha} \cdot \text{ano}} * \frac{35.7 E11 \text{ seJ}}{\text{kg}} = \frac{10.7 E+14 \text{ seJ}}{\text{ha} \cdot \text{ano}}$$

PESTICIDAS E HERBICIDAS:

As tabelas de transformidade fornecem valores para os pesticidas e herbicidas de duas formas:

(a) seJ/J de fertilizante; (b) seJ/kg de fertilizante.

Transformidades

	seJ/J substância	seJ/kg substância
Pesticidas (geral)	1 970 000	1.48 E13
Herbicidas (geral)	-	1.48 E13

As transformidades mais usadas são as dadas em termos de massa (seJ/kg).

$$\frac{10 \text{ kg de pesticida}}{\text{ha} \cdot \text{ano}} * \frac{1.48 E13 \text{ seJ}}{\text{kg de pesticida}} = \frac{1.48 E+14 \text{ seJ}}{\text{ha} \cdot \text{ano}}$$

$$\frac{1.5 \text{ litros herbicida}}{\text{ha} \cdot \text{ano}} * \frac{0.7 \text{ kg}}{1 \text{ litro}} * \frac{1.48 E13 \text{ seJ}}{\text{kg herbicida}} = \frac{1.55 E14 \text{ seJ}}{\text{ha} \cdot \text{ano}}$$

A densidade emergética dos agrotóxicos é alta devido ao fato de ser seu processo de fabricação muito intensivo no uso de recursos energéticos não renováveis. Na metodologia emergética (Odum, 1996) não se dispõe, no momento, de valores de transformidade específicos para os diversos tipos de pesticida (inseticida, acaricida, fungicida, etc.), portanto para todos eles usamos o valor geral.

COMBUSTÍVEL:

Na produção de soja convencional são empregados 80 litros de combustível por hectare por ano. Aqui também há a necessidade da utilização de um fator de conversão. Esse fator corresponde às operações seguintes:

$$\frac{0.75 \text{ kg}}{\text{litro}} * \frac{10000 \text{ kcal}}{\text{kg}} * \frac{4186 \text{ J}}{1 \text{ kcal}} = \frac{3.14 \text{ E}+07 \text{ J}}{\text{litro}}$$

Este fator (em J/litro) nos permite converter o fluxo de combustível (litros/ha/ano) em fluxo de energia (J/ha/ano).

A seguir multiplica-se pela transformidade encontrada na tabela (6,6 E+04 sej/J).

Assim, obtém-se o fluxo de energia, no caso: 2,07 E+12 sej/ ha/ano. O fluxo monetário equivalente é de 56,00 US\$ emergéticos/ha/ano.

Foi considerado um preço de 0.36 US\$/litro para o combustível. O fluxo monetário correspondente é 28,80 US\$/ha/ano.

Geralmente o valor emergético é maior que o econômico, o que pode ser interpretado como subsídio temporário à economia causado pelo baixo preço do petróleo e de seus derivados, fruto de uma situação injusta forçada por intervenção política e militar no Oriente Médio.

MAQUINÁRIO e INFRA-ESTRUTURA:

Pode-se considerar que um trator de 3000 kg de aço atende às necessidades de 300 ha. E, também que o trator é depreciado em 10 anos.

$$\frac{3000 \text{ kg}}{300 \text{ ha } 10 \text{ anos}} = \frac{1 \text{ kg de aço}}{\text{ha. ano}}$$

Para obter o fluxo de energia usa-se a transformidade do aço trabalhado

Transformidades

	seJ/J produto de aço	sej/kg produto de aço
Maquinaria de aço, veículos	(75 E6 - 139 E6)	67.0 E11

$$\frac{1 \text{ kg de aço}}{\text{ha. ano}} * \frac{67 \text{ E11 sej}}{\text{kg de aço}} = \frac{6.7 \text{ E12 seJ}}{\text{ha.ano}}$$

Sabendo-se que 1 dólar corresponde a 3.7 E12 seJ, para obter-se o fluxo monetário equivalente, multiplica-se o valor obtido por 1/ 3.7E12.

$$\frac{6.7 \text{ E12 sej}}{\text{ha. ano}} * \frac{1 \text{ dólar}}{3.7 \text{ E12 sej}} = \frac{1.8 \text{ em-dólares}}{\text{ha. ano}}$$

Assim, o fluxo monetário equivalente é de 1.8 US\$ emergéticos/ha.ano.

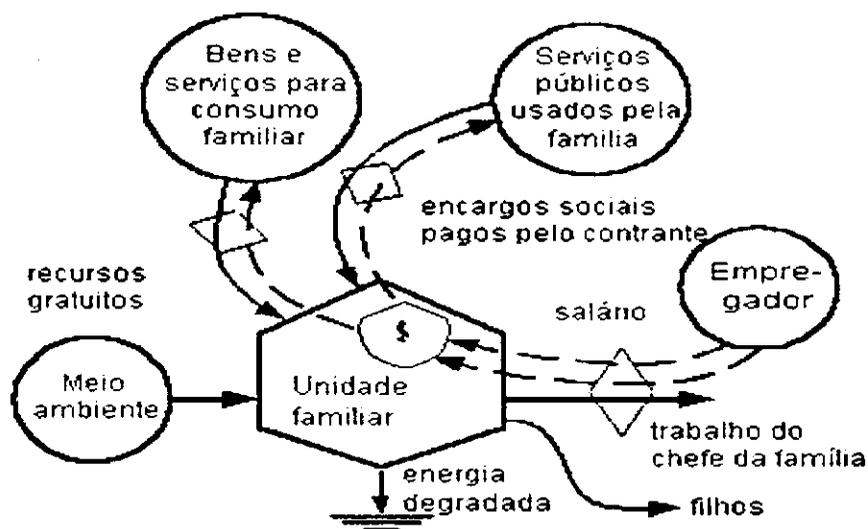
O preço unitário do trator é 2 US\$/kg. O fluxo monetário real é 2 US\$/ ha.ano.

D. SERVIÇOS ECONÔMICOS MÃO-DE-OBRA:

A mão-de-obra provém de um subsistema do sistema agrícola, que pode estar localizado dentro da unidade rural ou na cidade. Para que haja disponibilidade do trabalho do chefe de família é necessário que ele consiga dinheiro suficiente para pagar todas as despesas da família. Se o trabalhador e sua família estiverem no meio rural e o meio ambiente estiver em boas condições, ele pode conseguir recursos gratuitos da

natureza que de outra forma teria que adquirir na cidade usando dinheiro. A qualidade de vida do trabalhador rural depende da existência de reservas florestais que possam lhe proporcionar: frutas, caça, diversão, sombra e água fresca, pesca, remédios, etc. O salário mínimo deve ser suficiente para que a família do trabalhador possa viver com um mínimo de dignidade, segurança e conforto, e libere o chefe de família para oferecer 8 horas por dia de trabalho agrícola de boa qualidade. O empregador paga o salário e assume certos encargos sociais que revertem em forma de serviços oferecidos pelo governo (educação, comunicações, pesquisa, cuidados preventivos com a saúde, atendimento médico).

CÁLCULOS DA TRANSFORMIDADE DA MÃO-DE-OBRA



Considerações para cálculo da transformidade em termos de emjoules solares por Joule (sej/J):

Um trabalhador braçal no meio rural no Brasil, **em 2001**, recebia um salário mínimo de R\$ 180,00. A taxa média de câmbio nesse ano foi de 2.6 Reais/dólar.

Energia do salario anual:

$$\frac{180 \text{ Reais}}{13 \text{ meses}} \frac{1 \text{ dólar}}{2.6 \text{ Reais}} \frac{3.7 \times 10^{12} \text{ sej}}{1 \text{ dólar}} = 3.33 \times 10^{15} \text{ sej/ano}$$

mês ano 2.6 Reais 1 dólar

Energia anual dispendida pelo trabalhador:

$$\frac{3200 \text{ kcal}}{\text{dia}} \frac{365 \text{ dias}}{\text{ano}} \frac{4186 \text{ Joules}}{1 \text{ kcal}} = 48.89 \times 10^8 \text{ J/ano}$$

dia ano 1 kcal

Sendo assim a transformidade de seu trabalho era :

$$Tr = \frac{3.3 \times 10^{15} \text{ sej}}{4.9 \times 10^9 \text{ J}} = 673 \, 469 \text{ sej/J}$$

TRANSFORMIDADE DA MÃO-DE-OBRA:

Considerações para o cálculo da transformidade em sej/J (ano 2001):

Trabalho Simples	: 1 SM: aproximadamente 670000 sej/J * 1.0 = 6.7 x 10 ⁵ sej / J
Operador de Máquina	: 3 SM: aproximadamente 670000 sej/J * 3.0 = 1.9 x 10 ⁶ sej / J
Técnico Agrícola	: 5 SM: aproximadamente 670000 sej/J * 5.0 = 3.3 x 10 ⁶ sej / J
Técnico Nível Rural	: 10 SM: aproximadamente 670000 sej/J * 10 = 6.7 x 10 ⁶ sej / J
Professor Universitário	: 25 SM: aproximadamente 670000 sej/J * 25 = 16.7 x 10 ⁶ sej / J

Considerações para o cálculo da transformidade em emjoules solares por hora (sej/h):

Trabalho Simples	: 6.7E5 sej/J * (4186 J/kcal) * (3200 kcal/dia) * (1dia/8 h) = 1.1 E12 sej / h
Operador de Máq.:	1.9E6 sej/J * (4186 J/kcal) * (3000 kcal/dia) * (1dia/8 h) = 3.0 E12 sej / h
Técnico Agríc.	: 3.3E6 sej/J * (4186 J/kcal) * (2500 kcal/dia) * (1dia/8 h) = 4.3 E12 sej / h
Téc. Nível Rural	: 6.7E6 sej/J * (4186 J/kcal) * (2500 kcal/dia) * (1dia/8 h) = 8.8 E12 sej / h
Prof. Universitário:	1.7E7 sej/J * (4186 J/kcal) * (2500 kcal/dia) * (1dia/8 h) = 2.2 E13 sej / h

MÃO-DE-OBRA SIMPLES:

No caso da produção convencional de soja com herbicidas, a técnica agrícola empregada dispensa a mão-de-obra simples, portanto consideramos como igual a zero o valor de horas de trabalho manual por hectare por ano.

O conceito **homem-dia** significa **8 horas de trabalho por dia, ou 8 homens-hora**.

Aqui há a necessidade de utilizar um fator de conversão, já que a quantidade é apresentada em horas/ha.ano.

Esse fator é 1,67E+06 J/hora e é obtido da seguinte maneira:

$$\frac{3200 \text{ kcal}}{\text{dia}} * \frac{4186 \text{ J}}{1 \text{ kcal}} * \frac{1.0 \text{ homem-dia}}{8 \text{ homens-hora}} = \frac{1.67 \text{ E}+06 \text{ J}}{\text{homem-hora}}$$

A multiplicação deste fator pelo número de horas de trabalho simples utilizada permite obter o fluxo de energia em J/ha.ano (se o valor for diferente de zero) e a transformidade a ser utilizada é 4.0 E+05 sej/J. Multiplicando-se os valores mencionados, obtém-se o fluxo de energia em sej/ha.ano.

Se multiplicássemos este valor pela razão energia/dólar para o Brasil nesse ano, obteríamos o fluxo monetário equivalente, em dólares emergéticos/ha.ano. Este valor é denominado também valor macroeconômico ou em-dólares.

O preço da mão-de-obra simples considerado foi de 0.33 US\$/hora.

MÃO-DE-OBRA QUALIFICADA:

São necessárias 0,8 horas de trabalho qualificado por hectare por ano na produção convencional de soja com herbicidas.

Também há necessidade de utilizar um fator de conversão, já que a quantidade é

apresentada em horas/ha.ano. Esse fator é $1,31E+06$ J/hora e é obtido da seguinte forma:

$$\frac{2500 \text{ kcal}}{\text{dia}} * \frac{4186 \text{ J}}{1 \text{ kcal}} * \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ horas}} = \frac{1,31E+06 \text{ J}}{\text{hora}}$$

A multiplicação deste fator pela quantidade de horas de trabalho qualificado necessária permite obter o fluxo de energia: $1,05E+06$ J/ha.ano.

A transformidade utilizada é $1,2 E+06$ sej/J, valor 3 vezes maior que a transformidade da mão-de-obra simples.

Multiplicando-se os valores mencionados, obtém-se o fluxo de energia. O preço da mão-de-obra qualificada é $0,58$ US\$/hora.

MÃO-DE-OBRA ADMINISTRATIVA:

Na produção de soja com herbicidas e plantio direto, este valor é fornecido em dólares por hectare por ano (4.28 US\$/ha.ano). Por isso, a transformidade utilizada é $3.70E+12$ seJ/dólar e o fluxo de energia é $1.58E+13$ sej/ha.ano.

O fluxo monetário equivalente e o fluxo monetário real são iguais (4.28 US\$/ha.ano).

USO DE MAQUINÁRIO AGRÍCOLA:

Este valor é fornecido em dólares por hectare por ano gastos na produção de soja com herbicidas e plantio direto.

Corresponde aos trabalhos de:

(a) Preparação; (b) Semeadura e (c) Colheita.

Também pode incluir:

(d) Beneficiamento no local, (e) Transporte e (f) Limpeza, secagem e armazenamento.

Temos duas alternativas de cálculo:

1. Usar o valor monetário relativo às diversas etapas do processo produtivo. E somar os valores correspondentes em dólares/ha.ano.

2. Desagregar este valor em termos de seus componentes básicos:

(a) Depreciação do equipamento (60%); sendo o custo 6.00 dólares/kg, pode-se calcular os kg de aço/ha.ano.

(b) Combustível e lubrificante (30%); sendo o custo 0.36 dólar/kg, pode-se calcular os kg de combustível por hectare por ano

(c) Mão-de-obra técnica ou qualificada (10%); sendo o custo 9.43 dólares/homem-dia pode-se calcular os dias/ha.ano

CUSTEIO:

Este valor é fornecido em moeda local, 5.00 reais/ha.ano. Esta quantia corresponde à produção de soja comum. Neste caso é necessário um fator de conversão: 0.59 dólar/real.

A transformidade utilizada é $3.70E+12$ sej/US\$. O fluxo monetário real e o equivalente energético são iguais (2.94 US\$/ha.ano).

E. PRODUTOS:

Devem ser considerados todos os produtos do sistema. Alguns deles são facilmente reconhecidos como tais, outros não. Além dos produtos principais existem subprodutos, com e sem valor comercial.

E também existem os resíduos, sólidos, líquidos e gasosos. Os resíduos podem gerar lucros ou despesas. Podem induzir ações de tratamento e reciclagem ou cuidados especiais com sua toxicidade e gerar gastos adicionais.

Na metodologia emergética devemos levar em conta a energia do(s) produto (s); geralmente, no caso de matérias primas agrícolas, a energia corresponde ao seu valor calórico. Precisamos saber a composição centesimal do produto para calcular seu valor calórico. Este cálculo tem que ser em base seca. Dados a serem usados: **Umidade:** sem valor calórico; **Proteína:** 4500 kcal/kg; **Carboidratos:** 5000 kcal/kg; **Lipídios:** 9000 kcal/kg

F. PERDA DE INSUMOS:

Até 50% dos fertilizantes químicos solúveis são perdidos pela ação da chuva intensa. Eles escoam superficialmente ou se infiltram no lençol freático sem interagir com a planta. Com os agrotóxicos e os herbicidas ocorre o mesmo fenômeno em grau menor. O endurecimento do solo pelo peso das máquinas agrícolas e a perda da porosidade natural provocada pela perda da biota do solo levam à diminuição da infiltração de água no solo e perda de produtividade.

G. SERVIÇOS EXTERNOS (PAGOS PELA SOCIEDADE):

Externalidades negativas:

Devem ser estimados os gastos em tratamentos de saúde e a morte de trabalhadores rurais e seus familiares causados pelo uso de agrotóxicos na lavoura convencional. Também as despesas em tratamento de resíduos colocados no ambiente devem ser consideradas.

Exclusão social:

Devem ser consideradas as despesas diretas e indiretas que as cidades têm com a exclusão social provocada pelos projetos agrícolas convencionais: a da população que sai do meio rural e chega às cidades em busca de emprego para morar precariamente na periferia. É difícil achar valores para estes serviços adicionais, porém eles existem e devem ser considerados e pagos pelas empresas que os geram. Os impostos talvez não sejam suficientes para compensar os gastos feitos pelas cidades.

Externalidades positivas e inclusão social:

Por outro lado, é possível que os projetos agrícolas gerem inclusão social quando criam empregos e absorvem trabalhadores; e externalidades positivas quando o projeto promove a organização social e uma boa interação com a natureza. Nesse caso a sociedade poderia recompensar esses empreendimentos dando um tratamento

Comentários:

A capacidade de aproveitamento dos recursos da natureza é muito maior no sistema orgânico do que nos sistemas agroquímicos e que usam herbicidas - plantio direto. Um dos fatores importantes que estabelecem esta característica do sistema orgânico é o fato de a produção ser majoritariamente familiar. Quando as pessoas moram na terra que cultivam, há uma preocupação muito maior com a sua conservação e com a preservação dos recursos naturais presentes no espaço onde vivem. Sem contar que mais pessoas habitam a propriedade e contribuem trabalhando diretamente na produção e se preocupam com os danos à saúde gerados pelos agrotóxicos.

O sistema orgânico é intensivo em mão-de-obra e a conversão dos sistemas agroquímicos e /ou herbicidas-plantio direto a orgânicos (processo denominado "transição agro-ambiental") pode gerar empregos no meio rural. Esta característica do processo orgânico é importante para a Reforma Agrária e Política de Empregos.

Isto explica porque se colocam, no diagrama da produção orgânica, os símbolos para famílias rurais, fluxo de pessoas, biodiversidade regional e local, que não existem nos sistemas agroquímicos e de plantio direto. Também, em tese, os ecossistemas encontram-se preservados nos sistemas orgânicos e incompletos nos outros dois sistemas porque o controle biológico é condição necessária nos sistemas orgânicos.

Comentários (continuação):

É possível perceber que ocorre a reciclagem de materiais no diagrama orgânico, visto que os proprietários (produção familiar) habitam nas instalações rurais e interessam-se em reutilizar os subprodutos e procuram implementar essa estratégia de diversas maneiras. Desta forma, aproveitam ao máximo os recursos que a propriedade possui. Um exemplo bem conhecido é o uso de matéria orgânica em decomposição como adubo e a adubação verde. Estes processos permitem diminuir a compra de insumos, pois incorporam nutrientes da natureza sem custos adicionais (a não ser o trabalho humano). Em virtude do exposto acima, os serviços e materiais externos, que precisam ser adquiridos ou requisitados, estão representados em menor quantidade no diagrama do sistema orgânico do que nos outros dois. A diferença marcante entre o sistema orgânico de produção e os sistemas agroquímico e herbicidas-plantio direto é a relação com os recursos da Natureza, tanto os dela retirados, quanto os a ela devolvidos. Isso é feito de maneira mais harmoniosa e não destrutiva nas propriedades orgânicas do que nas propriedades com os sistemas convencionais. Pretende-se comprovar estas afirmações com a análise das Planilhas de Fluxo de Energia.

Referências Bibliográficas:

AGROPAGE. **Dicas para o cultivo de soja, milho e trigo.** Disponível na Internet: <http://www.pessoal.onda.com.br/esagostini/>. 20 ago. 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO. **ANAIS DO III ENCONTRO DA SBS.** Disponível na Internet:

<http://www.cria.org.br/gip/gipaf/itens/publ/sbs3/52.html> 23 ago. 2000.

CUNHA, C.F.L. DA; FIALHO, J.R.D.; SILVEIRA, P.R.C.DA; **Análise dos**

Condicionantes de Reprodução dos Sistemas de Produção identificados na Região Colonial de Santiago. Disponível na Internet:

<http://www.cria.org.br/gip/gipaf/itens/publ/sbs3/16.html> .23 ago. 2000.

EMBRAPA SOJA. Site com informações sobre a Embrapa Soja, pesquisadores, notícias, eventos, publicações, projetos e resultados de pesquisas realizadas.

Disponível na Internet: <http://www.cnpso.embrapa.br/>

FARIAS, A.D.; Sojicultura Rio-Grandense: Panorama Setorial/Mercosul. Porto Alegre: EMATER-RS, 1993. 49p.

FARIAS, A.D.; Produção de Soja no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER-RS, 1996.

FNP, CONSULTORIA & COMÉRCIO. Agrianual 1999. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 1999. 521p.

FNP, CONSULTORIA & COMÉRCIO. Agrianual 2000. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 2000. 546p.

HOFFMANN, M.A. Produção orgânica de grãos no Planalto Gaúcho. Agroecologia, Botucatu, n° 4, 14-15, ago/set., 2000.

INFORURAL. Site de cotações e negócios agropecuários. Disponível na Internet:

<http://www.inforural.com.br/> 22 ago. 2000.

MACHADO, R.T.; SILVEIRA, P.R.; DALMORA, E.; NEUMANN, P.;

STEMPKOWSKI, J. Sistema Agrário da Região do Centro-Corede - RS - Caracterização Preliminar. Disponível na Internet:

<http://www.cria.org.br/gip/gipaf/itens/publ/sbs3/37.html> .23 ago. 2000.

MAN YU, C. "Tipificação e caracterização dos produtores rurais do Estado do Paraná"; 1993, IAPAR, Londrina, PR.

ODUM, H.T. Environmental Accounting: Emery and environmental decision making. New York-USA: John Wiley & Sons Inc., 1996. 370p.

ODUM, H.T. Handbook of Emery Evaluation; Emery and Global Processes. Gainesville, Florida: Center for Environmental Policy, 2000. 16p.

ODUM, H.T.; BROWN, M.T.; WILLIAMS, S.B. Handbook of Emery Evaluation; Introduction and Global Budget. Gainesville-Florida: Center for Environmental Policy, 2000. 16p.

OSTERROHT, M.V. Novo impulso na agricultura orgânica: Empresa fortalece a produção de cereais orgânicos no Paraná. Agroecologia, Botucatu, n° 4, 11-13, ago./set., 2000.

RADAR DA SOJA. Site com dados do mercado da soja. Disponível na Internet:

<http://rcwconsultores.com.br/radarsoja> 19 ago. 2000.

ROESSING, A.C. Soja: Aspectos Econômicos e Contribuição para o Crescimento Brasileiro. In: Soja: Suas Aplicações. MEDSI (Editora Médica e Científica Ltda.) Rio de Janeiro, 1996, 256p.

SILVA NETO, B.; BASSO, D.; LIMA, A.P. DE ; Sistemas de Produção da Região de Três de Maio (RS): 1) História Agrária e Diferenciação dos Agricultores.

Disponível na Internet: <http://www.cria.org.br/gip/gipaf/itens/publ/sbs3/60.html> .23 ago. 2000.

- fim -