



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

LUZ SELENE BULLER

**MODELAGEM SISTÊMICA DO CICLO DE VIDA DO AGUAPÉ NO
PANTANAL E ANÁLISE DO USO DESTA BIOMASSA PARA A PRODUÇÃO
DE BIO-ÓLEO E BIO-FERTILIZANTE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA À
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**PROF. DR. ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ
ORIENTADOR
DR. IVAN BERGIER TAVARES DE LIMA
CO-ORIENTADOR**

CAMPINAS, 2012



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

LUZ SELENE BULLER

**MODELAGEM SISTÊMICA DO CICLO DE VIDA DO AGUAPÉ NO
PANTANAL E ANÁLISE DO USO DESTA BIOMASSA PARA A PRODUÇÃO
DE BIO-ÓLEO E BIO-FERTILIZANTE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA À
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**PROF. DR. ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ
ORIENTADOR
DR. IVAN BERGIER TAVARES DE LIMA
CO-ORIENTADOR**

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação “Modelagem sistêmica do ciclo de vida do aguapé no Pantanal e análise do uso desta biomassa para a produção de bio-óleo e bio-fertilizante” defendida por Luz Selene Buller, aprovada pela comissão julgadora em 10/02/2012 e orientada pelo Prof. Dr. Enrique Ortega.

Assinatura do Orientador

CAMPINAS, 2012

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
LUCIANA P. MILLA – CRB8/8129- BIBLIOTECA DA FACULDADE DE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP**

B873m Buller, Luz Selene
Modelagem sistêmica do ciclo de vida do aguapé no Pantanal e análise do uso desta biomassa para a produção de bio-óleo e bio-fertilizante / Luz Selene Buller.
-- Campinas, SP: [s.n], 2012.

Orientador: Enrique Ortega Rodriguez.
Co-orientador: Ivan Bergier Tavares de Lima.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Análise emergética. 2. Aguapé. 3. Pantanal Mato-Grossense. 4. Bio-óleo. 5. Pirólise. I. Rodriguez, Enrique Ortega. II. Lima, Ivan Bergier Tavares de. III. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. IV. Título.

Título em inglês: System modeling of water hyacinth life cycle in Pantanal and analysis of the use of this biomass for bio-oil and bio-fertilizer production

Palavras-chave em inglês (Keywords):

Emergy evaluation

Water hyacinth

Pantanal

Bio-oil

Pyrolysis

Área de concentração: Engenharia de Alimentos

Titulação: Mestre em Engenharia de Alimentos

Banca examinadora:

Enrique Ortega Rodriguez [Orientador]

Luís Alberto Ambrósio

Sandra Furlan Nogueira

Data da defesa: 10/02/2012

Programa de Pós Graduação: Engenharia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. ENRIQUE ORTEGA RODRIGUEZ

UNICAMP

TITULAR

Dr. LUÍS ALBERTO AMBRÓSIO

Instituto de Zootecnia

TITULAR

Dra. SANDRA FURLAN NOGUEIRA

Embrapa Monitoramento por Satélite

TITULAR

Dr. IRINEU BIANCHINI JÚNIOR

UFSCAR

SUPLENTE

Dr. JOSÉ DÍLCIO ROCHA

Embrapa Bioenergia

SUPLENTE

*Dedico este trabalho ao meu pai e à
minha mãe, Jorge e Maria de Lourdes, que
sempre deram apoio incondicional a todas
as minhas iniciativas.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as coisas do céu e da terra. Agradeço ao meu pai e agradeço à minha mãe. Agradeço a todas as pessoas com quem, em algum momento, compartilhei esta jornada; em especial, agradeço ao Thales pela paciência, carinho e compreensão.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Enrique Ortega, pela orientação nesta pesquisa, pelos ensinamentos sobre a busca das questões antes das respostas, por me fazer refletir sobre a paciência e a Ciência e pelas “tantas vezes” que me instigou a ir mais além.

Agradeço ao meu co-orientador, Dr. Ivan Bergier, pelo compartilhamento de muito conhecimento científico comigo, pela grandeza com que me ajudou a superar minhas limitações e pela constante motivação que me ofereceu nos últimos dois anos.

Agradeço à Dra. Suzana Salis da Embrapa Pantanal que contribuiu muito com o entendimento do Pantanal e de sua dinâmica e que esteve presente e participante o tempo todo.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Dra. Sandra Nogueira, Dr. Dílcio Rocha, Dr. Irineu Bianchini e Dr. Luís Ambrósio pelas críticas e sugestões.

Agradeço a todos da Embrapa Pantanal com quem tive a oportunidade de compartilhar meu trabalho e minhas inquietações.

Agradeço a todos os participantes do grupo de pesquisa do projeto MCT/CNPq/CT-ENERG-52; em especial, ao Msc. Gerson Ciampi do Grupo de Combustíveis Alternativos (GCA-IF-UNICAMP) e ao Dr. Juan Miguel Mesa-Pérez (Bioware Tecnologia).

Agradeço ao pessoal do laboratório, Alexandre, Feni, Lucas e Watanabe, que, além do coleguismo cotidiano, são pesquisadores qualificados para discutir, debater, trocar idéias e engrandecer a pesquisa. Agradeço aos colegas do laboratório, Larissa, Mariana, Milene, Sayoko, Teldes e Victor pelos momentos de descontração que compartilhamos.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pelo suporte financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

*“Se queremos progredir, não
devemos repetir a história, mas fazer
uma história nova”. (Gandhi)*

SUMÁRIO

SUMÁRIO	xiii
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE TABELAS	xvii
RESUMO	xix
ABSTRACT	xxi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 O Pantanal	5
2.2 Ciclo do fósforo em ambientes aquáticos	7
2.3 Vegetação aquática no Pantanal e suas inter-relações com o ecossistema	10
2.4 Energia a partir de vegetação aquática.....	13
2.5 Modelagem e Simulação de Ecossistemas Naturais	18
2.6 Avaliação Emergética	23
3. OBJETIVO.....	26
3.1 Objetivo Geral	26
3.2 Objetivos Específicos.....	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Delimitação da área de estudo.....	26
4.2 Modelo sistêmico da produção de biomassa de aguapé.....	30
4.3 Desenvolvimento do Modelo, Calibração e Validação	35
4.3.1 Descrição da construção do modelo.....	37
4.3.2 Descrição das variáveis de estado e atribuição de valores	40
4.3.3 Descrição dos fluxos, dos coeficientes e atribuição de valores.....	49
4.4 Calibração e Simulação Computacional	52
4.5 Dados experimentais utilizados para o desenvolvimento do modelo	54
4.6 Avaliação Emergética	54
4.6.1 Avaliação emergética do sistema de produção natural de biomassa.....	56
4.6.2 Avaliação emergética da produção de bio-óleo e bio-carvão a partir de aguapé	57
4.7 Avaliação econômica da produção de bio-óleo e de bio-carvão a partir de aguapé	61
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
5.1. Produção natural de biomassa de aguapé nas baías e margens do rio Paraguai.....	61
5.1.1 Simulação computacional do crescimento do aguapé e da remoção de fósforo	61
5.1.2 Exportação de camalotes na região de Corumbá e possibilidades de colheita.....	63
5.1.3 Avaliação emergética da produção natural de biomassa de aguapé.....	74
5.2. Produção de bio-óleo e bio-carvão por pirólise de biomassa de aguapé.....	76
5.2.1 Avaliação emergética do processo de pirólise rápida de biomassa de aguapé.....	76
5.2.2 Avaliação econômica convencional da pirólise rápida de biomassa de aguapé	80
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
6.1 Impactos da colheita de ilhas flutuantes.....	82
6.2 Observações sobre o escoamento das ilhas flutuantes	83
6.3 Análise das possibilidades de uso do aguapé	86
7. CONCLUSÕES.....	87
8. RECOMENDAÇÕES E NECESSIDADES DE FUTURAS PESQUISAS	89
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
10. APÊNDICES	100

10.1 APÊNDICE A: Modelo de sistema fechado: crescimento e colheita periódica de aguapé	100
10.2 APÊNDICE B: Programa em True Basic para o modelo de sistema aberto	111
10.3 APÊNDICE C: Memorial de cálculos da avaliação emergética da produção de biomassa	114
10.4 APÊNDICE D: Memorial de cálculos da avaliação emergética da pirólise rápida de biomassa de aguapé	118
10.4.1 Análise 1: sem fluxos financeiros e sem externalidades	118
10.4.2 Análise 2: com impostos e externalidades (1%)	120
10.4.3 Análise 3: com fluxos financeiros e externalidades (5%)	122
10.4.4 Memorial de cálculos para análises 1, 2 e 3	124
10.5 APÊNDICE E: Planejamento financeiro e fluxo de caixa para 10 anos	130
10.5.1 Planejamento financeiro e fluxo de caixa para 10 anos para a análise 2	130
10.5.2 Planejamento financeiro e fluxo de caixa para 10 anos para a análise 3	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo do fósforo em ambiente aquático heterotrófico	9
Figura 2. Ilhas flutuantes no rio Paraguai na altura do Porto de Corumbá: as ilhas se deslocam pelo rio com variados tamanhos e composição de espécies (em detalhe na figura ao lado).....	10
Figura 3. Sistema de decisão sobre interferências em ecossistemas	16
Figura 4. Produção, consumo e ciclagem de nutrientes no Pantanal	17
Figura 5. Modelo de crescimento exponencial (EXPO)	22
Figura 6. Modelo de crescimento logístico (LOGISTIC)	22
Figura 7. Modelo de oscilação presa-predador (PREYPRED)	22
Figura 8. Sub-regiões do Pantanal.....	27
Figura 9. Delimitação da área de estudo com 17.948,5 km ²	28
Figura 10. Áreas de ocupação permanente de vegetação aquática	29
Figura 11. Diagrama sistêmico da produção de vegetação aquática, escoamento pelo rio, colheita e termoconversão de parte da biomassa colhida	32
Figura 12. Diagrama sistêmico da produção de vegetação aquática na área das lagoas e zonas inundadas intermitentemente.....	34
Figura 13. Etapas do trabalho de modelagem e simulação	36
Figura 14. Diagrama do crescimento de aguapé e remoção de fósforo na área de estudo.....	38
Figura 15. Defasagem entre a precipitação média mensal na Bacia do Alto Paraguai e altura do rio Paraguai em Ladário	39
Figura 16. Destaque da parte do diagrama sistêmico correspondente à produção de biomassa	40
Figura 17. Área ocupada por plantas aquáticas e nível máximo do rio Paraguai em Ladário	42
Figura 18. Crescimento sazonal da biomassa de aguapé na área total de estudo.....	45
Figura 19. Destaque de parte do diagrama correspondente à produção de detritos e ao consumo de biomassa por herbivoria	46
Figura 20. Destaque da parte do diagrama sistêmico correspondente ao balanço de fósforo no sistema.....	46
Figura 21. Curva sazonal da carga de fósforo total.....	48
Figura 22. Fluxograma do cálculo iterativo	53
Figura 23. Diagrama geral do processo de produção de bio-óleo e de bio-carvão	57
Figura 24. Fluxograma geral do processo de pirólise rápida de biomassa.....	58
Figura 25. Diagrama detalhado do processo de pirólise rápida de biomassa para obtenção de bio-óleo e bio-carvão	59
Figura 26. Níveis de fósforo total no sistema.....	62
Figura 27. Distribuição do fósforo que entra no sistema	62
Figura 28. Cenários de produção e exportação de biomassa x potencial de colheita	66
Figura 29. Gráfico da transformidade e valor em Em\$/ton de biomassa de aguapé (sazonal)	75
Figura 30. Trajeto do rio Paraguai ao longo do Brasil, Paraguai e Argentina	84
Figura 31. Rio Paraguai de Corumbá no Brasil até Asunción no Paraguai, passando por Porto Murtinho, distância aproximada de 1300 km.....	85
Figura 32. Ilhas flutuantes na altura da cidade de Asunción no Paraguai.....	85
Figura 33. Diagrama para o estudo de outras áreas de produção de aguapé no Pantanal	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de estados tróficos e concentrações de fósforo	8
Tabela 2: Símbolos da linguagem dos fluxos de energia	31
Tabela 3: Equações diferenciais	40
Tabela 4: Cálculos da biomassa máxima de aguapé na área de estudo no mês da maior cheia usando a equação 1	42
Tabela 5: Quantidade de biomassa calculada de acordo com a equação 2	44
Tabela 6: Carga de fósforo total (PT) sazonal nos afluentes do rio Paraguai	47
Tabela 7: Fluxos e estoques iniciais para o modelo de crescimento do aguapé	51
Tabela 8: Coeficientes de transferência para os processos do sistema	51
Tabela 9: Tabela emergética do sistema de produção natural de biomassa: entradas	56
Tabela 10: Itens contabilizados para a avaliação emergética da produção de bio-óleo e de bio-carvão	60
Tabela 11: Cálculos de exportação de biomassa da região das lagoas para o rio Paraguai	64
Tabela 12: Cenários de produção e exportação de biomassa e de possibilidades de colheita	65
Tabela 13: Matriz de análise dos cenários e níveis de colheita	67
Tabela 14: Créditos de carbono com a redução das emissões de metano	69
Tabela 15: Capacidades produtivas disponíveis x colheita efetiva de biomassa	73
Tabela 16: Volumes mensais de colheita de biomassa (em toneladas de massa seca)	73
Tabela 17: Tabela emergética do sistema de produção natural de biomassa: saídas e intensidades emergéticas	74
Tabela 18: Comparação da ordem de grandeza da transformidade obtida contra valores da literatura	75
Tabela 19: Índices emergéticos para o processo de produção de bio-óleo e bio-carvão	76
Tabela 20: Comparação da ordem de grandeza dos índices emergéticos obtidos para produtos da pirólise de biomassa	77
Tabela 21: Comparação da ordem de grandeza das transformidades e renovabilidades obtidas para produtos da pirólise de biomassa e de outros combustíveis	78
Tabela 22: Avaliação econômica para uma planta de pirólise (1 ton/h) para a análise 3	81
Tabela 23: Avaliação econômica para uma planta de pirólise (1 ton/h) para a análise 2	81

RESUMO

O Pantanal ocupa uma área extensa do Brasil em torno de 140.000 km²; seus ecossistemas são caracterizados por áreas com alagamento periódico, campos inundados constantemente e ambientes aquáticos naturais com lagoas (baías), rios e canais (vazantes e corixos); não existem quedas d' água para a geração de energia elétrica dentro da bacia. Em virtude das áreas alagadas existem poucas vias para o abastecimento de combustíveis para as fazendas produtoras que, assim, dependem fortemente de diesel e lenha como fonte de energia. Além disso, as cidades da região dependem da energia elétrica originária de outros estados da federação e a produção industrial (cimento e ferro gusa) é baseada em carvão vegetal, cuja origem é questionável, possivelmente do desmatamento do Cerrado. O uso de fontes alternativas de biomassa produzidas localmente poderia amenizar a carência energética no Pantanal. O aguapé, que se desloca nas lagoas e rios do Pantanal na forma de ilhas flutuantes, pode ser uma fonte alternativa de biomassa para a obtenção de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos renováveis produzidos e distribuídos localmente. Esta pesquisa objetivou uma análise do ciclo de vida do aguapé na região de Corumbá mediante estudos teóricos que permitiram modelar e simular a dinâmica de crescimento (nas baías e margens dos rios) e de decaimento do aguapé (decomposição), elaborar cenários de colheita sustentável e dos mecanismos de remoção de nutrientes pelo aguapé em diferentes épocas do ano e realizar a avaliação emergética da produção natural de biomassa e de produtos derivados da conversão termoquímica desta biomassa, bio-óleo e bio-carvão. O estudo foi complementado com uma avaliação econômica de uma unidade industrial de pirólise rápida de biomassa. Os resultados obtidos permitem que tomadores de decisão avaliem de modo sistêmico a viabilidade ambiental e econômica da criação de um sistema para extração e aproveitamento de biomassa de aguapé. Os níveis de colheita estudados e os indicadores emergéticos e econômicos apontam para a viabilidade ecológica e econômica de um sistema operando com extração de 1% da biomassa de aguapé escoada no rio Paraguai. Para níveis maiores de extração, os resultados trazem à tona questões que requerem estudos adicionais a fim de garantir uma visão ecológica sobre a exploração de recursos naturais do Pantanal que é um importante provedor de serviços ambientais. As interferências na região devem ser baseadas em mecanismos de monitoramento contínuo dos impactos ambientais e socioeconômicos da atividade antrópica e em premissas de responsabilidade socioambiental no longo prazo.

ABSTRACT

Pantanal covers an extensive area of Brazil, around 140.000 km²; its ecosystems are characterized by periodic flooded areas, permanently flooded fields and natural aquatic environments with bays, rivers, streams and channels (locally denominated “vazantes” and “corixos”); there are no water falls for power generation within the basin. Because of the flooded areas there are few routes for fuel supply to farms that rely heavily on diesel fuel as an energy source. In addition, the cities of the region depend on the energy originated in other states of the federation and its industrial production (cement and cast iron) is based on charcoal, whose origin is questionable, possibly from the deforestation of the Cerrado (Brazilian Savanna). The use of alternative sources based on biomass locally produced could ease energy shortages in the Pantanal. Water hyacinth, which flows in the lakes and rivers of Pantanal in the form of floating islands, can be an alternative source of biomass to obtain solid, liquid and gaseous renewable fuels locally produced and distributed. This research aimed the analysis of water hyacinth life cycle in Corumbá by theoretical studies that allowed to model and to simulate the growth dynamics (in the bays and riverbanks) and water hyacinth decay (decomposition), to elaborate scenarios of sustainable harvesting level and mechanisms of nutrient removal by water hyacinth at different periods of the year and to perform the energy evaluation of the natural production of biomass and of the industrial products derived from the thermochemical conversion of biomass, bio-oil and biocharcoal. The study was complemented with an economic evaluation of one plant of biomass fast pyrolysis. The results allow decision makers to systemically evaluate the environmental and economic feasibility of a system for extraction and utilization of water hyacinth biomass. Harvest levels studied and energy and economic indicators obtained indicate the ecological and economic feasibility of an operating system with extraction of 1% of the water hyacinth biomass that flows in Paraguay River. For higher levels of extraction, the results bring to light issues that require further investigation to ensure an ecological view of the exploitation of natural resources of Pantanal that is a leading provider of environmental services. The interference in the region should be based on mechanisms for continuous monitoring of environmental and socioeconomic impacts of human activity and on premises of social and environmental responsibility in the long term.

1. INTRODUÇÃO

As principais atividades econômicas do Pantanal são a cria e recria de gado de corte, a pesca, a mineração e o turismo; a agricultura é pouco expressiva (CALHEIROS; FONSECA JÚNIOR, 1996). Devido ao seu regime sazonal de inundações, o Pantanal é cortado por poucas vias de acesso; as principais são a rodovia BR 262 e a hidrovia Paraguai-Paraná cujo projeto não foi concluído em virtude dos impactos ambientais ocasionados nas planícies de inundação destes rios (REID; SOUSA JR, 2005). O escoamento da produção e o acesso às fontes de suprimentos são limitados na região e é fato conhecido que grande número de fazendas do Pantanal não possui energia elétrica. A otimização de aspectos logísticos deve ser considerada para a criação de novas atividades sustentáveis e de alta renovabilidade no Pantanal.

Novas fontes de energia são necessárias e é desejável que sejam renováveis e não-poluentes para que o desenvolvimento seja sustentável. Atualmente, a pesquisa em energia renovável considera, dentre as fontes potenciais, a biomassa produzida de modo sustentável (GOLDEMBERG; COELHO, 2004) e a utilização de biomassa de origem aquática (BHATTACHARYA; KUMAR, 2010; BASTIANONI et al., 2008; GUNNARSSON; PETERSEN, 2007; MALIK, 2007).

A substituição de combustíveis fósseis por energia renovável produzida a partir de excedentes ecossistêmicos de sistemas naturais e de agrossistemas representa uma estratégia central para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas e a biomassa aquática de áreas alagadas pode ser um recurso promissor para a produção de biocombustíveis que assegurem a renovabilidade e a sustentabilidade (BERGIER et al., no prelo).

O uso de biocombustíveis tem crescente importância nas discussões sobre fontes de energia e se apresenta como uma opção adequada considerando-se que, se produzidos de modo sustentável, poderiam substituir uma parte do consumo de combustíveis fósseis. A produção sustentável de biocombustíveis requer a avaliação da dependência do uso de recursos fósseis no processo produtivo global na forma de fertilizantes, agroquímicos e maquinário agrícola; requer uma visão sistêmica sobre o todo considerando vantagens e desvantagens (CAVALETT; ORTEGA, 2010).

Para o Pantanal, um bioma bastante conservado, com interferências antrópicas que se concentram nas regiões de planalto, a busca por novas fontes de energia deve considerar a

utilização de recursos renováveis para garantir a sustentabilidade. O desenvolvimento sustentável da região pode ter como alicerce o uso de tecnologias adequadas para o manejo da biomassa vegetal terrestre e aquática produzidas localmente para a produção de energia e manutenção das características naturais dos ecossistemas (BERGIER et al., 2008). Segundo Bhattacharya e Kumar (2010), o aguapé apresenta os atributos de uma cultura agrícola ideal para a produção de biocombustíveis. Estes atributos são: cultura composta por vegetação de crescimento natural, preferencialmente perene, que não concorra em espaço, luz e nutrientes com culturas para obtenção de alimentos, resistente às pragas e facilmente degradável e, por fim, não propensa à poluição genética por reprodução cruzada com outras culturas (BHATTACHARYA; KUMAR, 2010).

O uso da biomassa de aguapé, naturalmente exportada pelo Pantanal, para a produção de energia renovável deve ser baseado na dinâmica anual de inundações, pois, durante a cheia, um grande número de canais (vazantes e corixos) surge entre os rios, as baías e as planícies de inundação, permitindo assim o crescimento do aguapé. O fluxo das águas, as chuvas e o vento promovem a exportação desta biomassa para os rios; uma fração desta biomassa permanece nas margens dos rios e nas baías e uma pequena parte desta biomassa escoia pelo rio Paraguai na Bacia do Prata na forma de ilhas flutuantes.

Pode-se pensar em um excedente ecossistêmico de aguapé que seria exportado pelo Pantanal e que teria um caráter renovável como uma boa fonte de biomassa para a produção de biocombustíveis (BERGIER; SALIS, no prelo). Este conceito envolve a idéia de que exista um limiar no qual um recurso renovável pode ser removido do sistema natural e utilizado em um sistema produtivo humano sem prejuízo à dinâmica do ecossistema do qual faz parte, visando à manutenção da biodiversidade e dos serviços ambientais, do mesmo modo que ocorre nos modelos de produção excedente utilizados para o manejo pesqueiro no Pantanal (BERGIER; SALIS, no prelo).

Além disto, as atividades econômicas vinculadas à extração desta biomassa podem possibilitar benefícios socioambientais como a diversificação da renda, o sequestro de carbono, a redução da pressão sobre matas nativas e a redução das emissões de gases de efeito estufa (BERGIER et al., 2008). Esta seria uma economia baseada no uso racional de recursos naturais do Pantanal e no gerenciamento sustentável de um ecossistema de água doce, considerando a

função de seus processos hidrológicos, ecológicos e biogeoquímicos para a manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais (BERGIER et al., no prelo). Os ecossistemas atuais, resultantes de uma evolução biogeoquímica, enfrentam o crescimento exponencial da população humana; assim, o entendimento dos processos biológicos em várias escalas e sua interação com os elementos abióticos do meio são elementos fundamentais para controlar e aumentar a resiliência das áreas naturais (ZALEWSKI, 2000).

O estudo integrado das inter-relações funcionais entre aspectos bióticos e os aspectos abióticos de ecossistemas aquáticos, Ecohidrologia, permite uma visão ampla para a gestão de ecossistemas aquáticos (ZALEWSKI, 2000, 2002b). De acordo com o autor, a ecohidrologia está fundamentada em três princípios: integração espaço-temporal dos processos biológicos e hidrológicos como uma única entidade, entendimento da evolução dos ecossistemas e de sua capacidade de absorver impactos da ação antrópica e uso das propriedades dos ecossistemas através da biota para regular os processos hidrológicos e vice-versa, dos processos hidrológicos para a regulação da biota.

Com base nestes postulados, pode-se dizer que no Pantanal a dinâmica hidrológica e biológica, os serviços ecossistêmicos associados a esta dinâmica, o pulso de inundação e sua influência sobre a vegetação, assim como, as características da vegetação e sua influência no estado trófico do sistema não podem ser tratados como partes isoladas.

A identificação da quantidade disponível do aguapé em Corumbá para uso na conversão termoquímica de biomassa pelo processo de pirólise rápida ao longo do ano e a influência das oscilações dos períodos de inundação no volume das ilhas flutuantes que se deslocam pelo rio, assim como, o conhecimento do processo de acumulação e deslocamento das ilhas no rio Paraguai e sua influência na cadeia trófica e na dispersão de espécies a jusante de Corumbá, são elementos chave para a modelagem do crescimento e da senescência do aguapé no seu habitat natural.

A colheita deve ocorrer de modo sustentável e não impactante ao meio-ambiente, pois, é conhecido que as macrófitas aquáticas desempenham funções ecossistêmicas essenciais como fonte de alimento e abrigo para peixes e invertebrados e participam na ciclagem de nutrientes (ESTEVES, 1988). Nesse contexto, não é admissível a colheita de plantas em baías e margens de rios, mas somente do excedente que o Pantanal naturalmente exporta pelo rio Paraguai,

particularmente de ilhas livres e flutuantes de plantas em elevado estágio de maturação ou quase-senescentes.

A hipótese deste trabalho é que a modelagem do ciclo de vida e a simulação da dinâmica de crescimento e senescência do aguapé no Pantanal, associada à Avaliação Emergética, fornece informações valiosas para uma análise sistêmica da extração e uso desta biomassa de modo sustentável.

Este estudo visa obter um modelo sistêmico que integre crescimento, remoção de nutrientes, senescência e colheita da biomassa de aguapé. O conhecimento da dinâmica de crescimento e escoamento das ilhas flutuantes também pode apoiar decisões sobre a logística de exploração sustentável do aguapé e sobre a melhor localização para a instalação de usinas ou biorefinarias para a produção de bio-óleo e de bio-carvão que pode ser utilizado como bio-fertilizante.

Este trabalho pode contribuir para o desenvolvimento de novas atividades econômicas regionais. Os resultados desta pesquisa fornecerão subsídios iniciais para a viabilidade ambiental, técnica e econômica de uso da biomassa de aguapé para fins de conversão termoquímica em biorefinarias e poderão ser estendidos para outros locais onde exista grande proliferação de aguapé, como ocorre em várias lagoas e represas do país. A viabilidade econômica de um empreendimento para a produção de bioenergia com as características aqui discutidas depende do custo, qualidade e fornecimento de biomassa, do estado da arte da tecnologia, escala de produção assim como do mercado potencial para o uso dos produtos derivados do processo industrial, bio-óleo e bio-carvão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Pantanal

A bacia hidrográfica do Alto Paraguai compreende 4,3% do território brasileiro, englobando os estados de Mato Grosso do Sul (51,8%) e do Mato Grosso (48,2%) e está dividida em duas grandes regiões fisiográficas, o Pantanal ou Planície Pantaneira e o Planalto. O Pantanal Mato-Grossense, a maior planície de inundação contínua da Terra, ocupa 38% em área da bacia do Alto Paraguai onde se localiza; os períodos de cheia e seca anuais são causados pelo regime hidrológico do rio Paraguai. Os rios afluentes da margem esquerda do alto curso do rio Paraguai nascem no Planalto e correm para o Pantanal, onde o relevo é predominantemente plano. Em geral, a declividade dos rios do planalto é de 0,6 m/km e na planície é de 0,1 a 0,3 m/km e a precipitação média anual é de 1396 mm sendo que as maiores chuvas são observadas no planalto (GONÇALVES; MERCANTE; SANTOS, 2011). Em associação às chuvas periódicas que caem na Bacia do Alto Paraguai e à litologia sedimentar recente, o relevo e a declividade dificultam o escoamento das águas superficiais causando inundações periódicas anuais e/ou plurianuais cíclicas. A complexidade do regime hidrológico do rio Paraguai está relacionada à baixa declividade dos terrenos das planícies do Pantanal, de 0,3 a 0,5 m/km no sentido de leste a oeste e 0,03 a 0,015 m/km de norte a sul, e também à extensa área inundável com grande volume de água (GONÇALVES; MERCANTE; SANTOS, 2011).

As inundações no Pantanal apresentam dinâmica espaço-temporal complexa, pois, além de ser sazonal, o pulso de inundação varia em amplitude, duração e extensão, isto é, varia espacialmente. Nas inundações são variáveis a altura, o volume de água, o tempo de permanência da inundação e a velocidade das águas. Em virtude da baixa declividade do Pantanal, a drenagem na bacia é lenta e o deslocamento da onda de cheia provoca o pico da inundação com certa defasagem no tempo no sentido norte-sul, pois a cheia no norte do Pantanal coincide com o período mais chuvoso e esta onda alcança o sul após o final do período de precipitações; a relação observada no processo de inundação é que a altura do rio é função do processo de inundação e não o oposto (PADOVANI, 2010).

Na sub-região do Pantanal do Paraguai (região que abrange as cidades de Corumbá e Ladário) o rio é tomado por uma onda de inundação com dois picos; o primeiro pico da cheia alcança Ladário entre os meses de fevereiro e março em virtude da descarga dos rios do sul e a

maior inundação ocorre entre maio e junho com a chegada das águas do norte. Nesta região, o rio Paraguai não é o causador do processo de inundação; a onda vem do norte e das laterais em virtude da extensão e magnitude das inundações no Pantanal (PADOVANI, 2010).

De acordo com Padovani (2010), a precipitação nas bacias hidrográficas à montante condiciona o nível dos rios à jusante e a estação de medição em Ladário apresenta uma clara resposta em seu nível em função da precipitação acumulada média na Bacia do Alto Paraguai; sendo, portanto, a medição de nível do rio Paraguai em Ladário representativa do fluxo de água da maior parte da Bacia do Alto Paraguai que compreende o volume decorrente da drenagem e das áreas inundáveis à montante. O modelo atualmente utilizado no Pantanal para elaborar previsões de magnitude e ocorrência dos picos de cheia, MODELAD, desenvolvido por Bergier (2008), está concentrado na previsão de altura do rio Paraguai em Ladário.

O Pantanal é um grande ecótono, ambiente de transição entre fases aquática e terrestre, com extensas áreas submersas por longo período de tempo. As áreas úmidas e alagadas são excelentes filtros naturais de nutrientes e podem ser áreas de estocagem ou de transformação de nutrientes (MITSCH; GOSSELINK, 2007).

O pulso de inundação (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989), ou seja, o ciclo anual de seca e inundação, e as características geomorfológicas determinam o surgimento de certas particularidades do Pantanal, como suas zonas de transição entre ecossistemas aquático e terrestre e zonas de processos ecológicos que desempenham diferentes funções (THORP; THOMS; DELONG, 2008). A alternância de seca e inundação e as diferenciadas zonas funcionais promovem, entre outros processos biogeoquímicos e ecológicos, a decomposição de espécies vegetais terrestres mortas durante a inundação e, conseqüente, reciclagem de nutrientes que contribuem para o desenvolvimento das espécies vegetais aquáticas e vice-versa, na seca ocorre acúmulo de vegetação aquática morta nas planícies (CALHEIROS; FONSECA JÚNIOR, 1996).

O ciclo interno de nutrientes e matéria orgânica na planície de inundação propicia o funcionamento de um nível trófico mais elevado que o decorrente apenas da entrada das águas dos rios, pois, o pulso de inundação envolve as trocas laterais entre os rios e suas áreas de inundação e as trocas entre as fases terrestre e aquática nestas mesmas áreas (RESENDE, 2008).

No Pantanal ocorrem ciclos de grande produção autotrófica que produzem nutrientes para a sustentação do intenso consumo heterotrófico e novamente o ciclo se repete regido pelo pulso de

inundação. Neste ambiente com flutuações entre fase terrestre e fase aquática existe uma comunidade diversificada com uma estrutura trófica bastante complexa e rica, composta de espécies detritívoras, herbívoras, onívoras, carnívoras e insetívoras (RESENDE, 2008). Particularmente, existe uma alta diversidade e abundância de espécies de peixes detritívoros e onívoros (RESENDE, 2008; CATELLA; PETREIRE JR., 1996).

Em ambientes aquáticos os detritos são importantes na dinâmica de nutrientes e apresentam influência direta na estabilidade do ecossistema, pois aumentam sua resiliência através da capacidade dos organismos de assimilação mais rápida de nutrientes do ciclo interno em comparação ao consumo unicamente de nutrientes de fontes externas (STRÅSKRABA; JØRGENSEN; PATTEN, 1999).

A dequada, fenômeno regional natural de alteração da qualidade das águas (HAMILTON et al., 1997), é decorrente desta natureza trófica do Pantanal com elevado consumo de oxigênio da água (demanda bioquímica de oxigênio) quando há muita matéria orgânica em decomposição. Assim, os processos de decomposição de matéria orgânica são em grande parte anaeróbios, resultando na produção massiva de gás metano (metanogênese por bactérias metanogênicas). O metano pode ser parcialmente consumido por bactérias metanotróficas ou emitido para a atmosfera por difusão ou por bolhas (MARANI; ALVALÁ, 2007).

2.2 Ciclo do fósforo em ambientes aquáticos

A forma biodisponível de fósforo, assimilada pelos vegetais aquáticos, é a fração denominada ortofosfato, quantitativamente insignificante quando comparada às demais frações. A quantidade existente no meio depende da densidade e da atividade de organismos produtores, em especial, fitoplâncton e macrófitas aquáticas que, assimilam grandes quantidades de ortofosfato na produção primária. Em águas tropicais o metabolismo aquático é maior em virtude das elevadas temperaturas e, ainda, mais ortofosfato é assimilado e incorporado à biomassa dos organismos produtores; por esta razão, nestes ambientes, o ortofosfato apresenta baixa concentração, constituindo-se como um nutriente limitante (ESTEVES, 1988).

Na seca o rio Paraguai é eutrófico e na cheia é hipereutrófico. A classificação de estados tróficos em função das concentrações de fósforo está apresentada na **tabela 1**. A concentração

média de fósforo total no rio Paraguai à montante de Corumbá varia de 0,19 a 1,4 mg/l (IMASUL, 2009).

Tabela 1: Classificação de estados tróficos e concentrações de fósforo

Estado trófico	Concentração de fósforo total (mg.l ⁻¹)
Ultraoligotrófico	< 0,005
Oligotrófico	0,005 – 0,01
Mesotrófico	0,01 – 0,03
Eutrófico	0,03 – 0,1
Hipereutrófico	> 0,1

Fonte: Adaptado de Esteves, 1988, p.235.

De modo geral, em ambientes aquáticos, as principais fontes de fosfato são rochas de bacias de drenagem, pois, o fosfato é carregado no escoamento superficial pela intemperização sendo, geralmente, adsorvido pelas argilas; os solos argilosos são antigos e muito intemperizados. Outras fontes de fosfato são o fósforo particulado presente na atmosfera e o fosfato resultante da decomposição de organismos alóctones (ESTEVES, 1988).

Em ambientes aquáticos com grande presença de macrófitas, a morte de vegetação aquática pode gerar grandes quantidades de detritos, como é o caso do Pantanal, e, a decomposição destes pode promover a depleção do oxigênio dissolvido; a anoxia, por sua vez, induz à solubilização do fósforo imobilizado nos sedimentos gerando uma autofertilização do sistema (BIANCHINI Jr., 2003).

A quantidade de fosfatos reciclados em ambientes aquáticos depende fortemente das condições físico-químicas do meio e da taxa de decomposição da matéria orgânica (ESTEVES, 1988). A ciclagem dos fosfatos em ambiente aquático, diagramada de modo simplificado na **figura 1**, ocorre em grande parte no epilímnio, camada superior dos corpos de água caracterizada por temperatura uniforme e mais elevada.

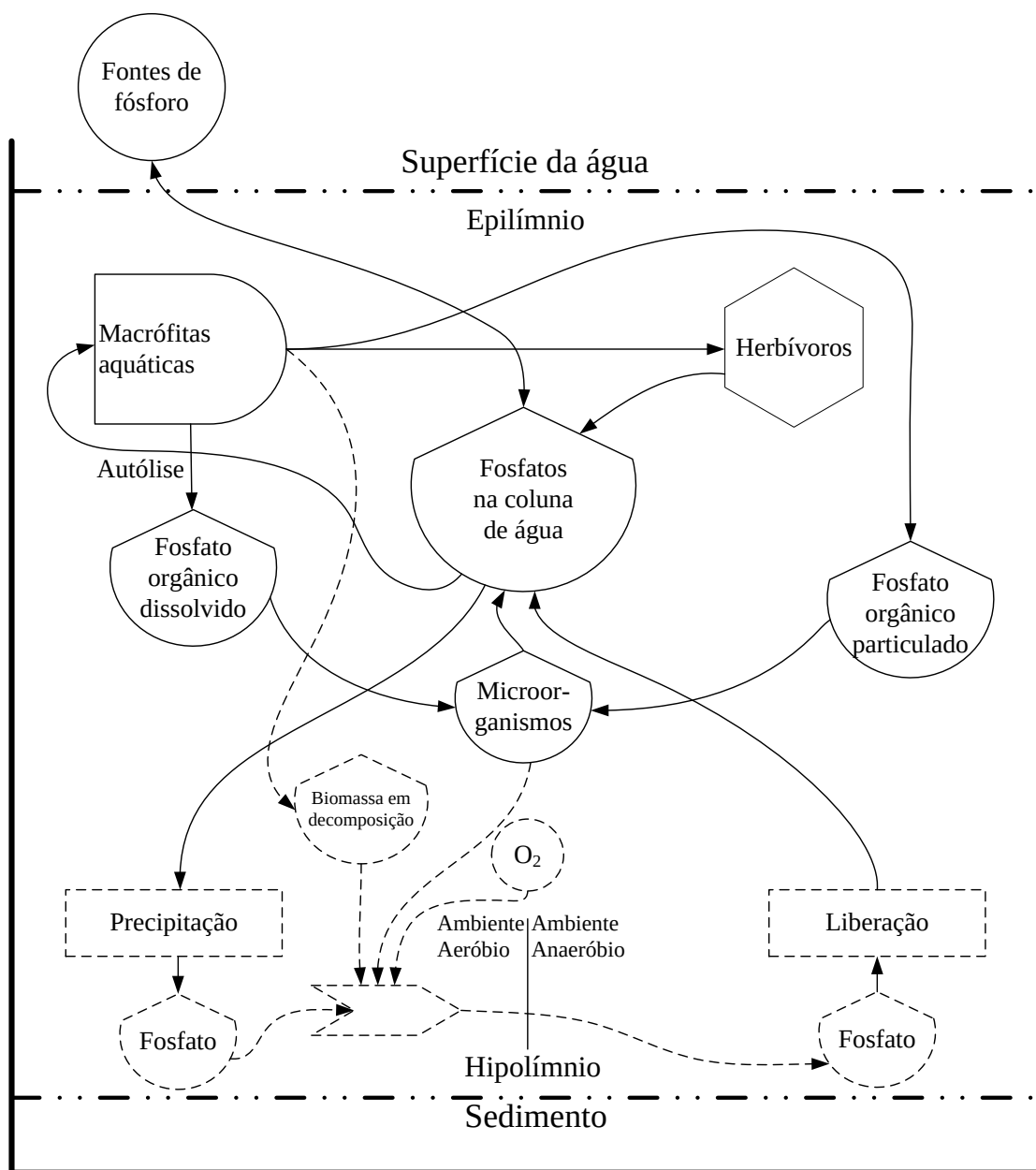


Figura 1. Ciclo do fósforo em ambiente aquático heterotrófico

Fonte: Adaptado de Esteves, 1988, p.242.

Em rios e lagos eutróficos e anóxicos a concentração de íons fosfato é geralmente elevada devido à decomposição da matéria orgânica e à ressuspensão de fosfatos do sedimento que tipicamente ocorre em taxas que excedem as taxas de remoção autotrófica (WETZEL, 1983, apud HAMILTON et al., 1997, p. 269). O fosfato orgânico dissolvido é rapidamente decomposto por microorganismos e fungos e reassimilado pelo fitoplâncton ou macrófitas aquáticas enquanto que,

o fosfato que não é assim prontamente liberado para a coluna de água deposita-se no sedimento. A precipitação do fosfato ocorre em grande parte pela complexação de íons fosfato com íons férrico. O estado de oxidação do Fe^{3+} depende da concentração de oxigênio e do pH da água. Em ambientes com $\text{pH} > 3$, o Fe^{3+} se complexa aos íons H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , precipitando-os no sedimento oxigenado e, por outro lado, em ambientes anóxicos, ocorre liberação de íons fosfato do sedimento (ESTEVES, 1988).

2.3 Vegetação aquática no Pantanal e suas inter-relações com o ecossistema

Na maioria dos ecossistemas aquáticos do Brasil, existem extensas áreas cobertas por macrófitas aquáticas (ESTEVES, 1988). Dentre elas está o aguapé, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, espécie flutuante livre nativa da região amazônica (ESTEVES, 1988), que alcança seu máximo crescimento em ambientes lânticos com altas concentrações de nutrientes (KOBAYASHI; THOMAZ; PELICICE, 2008). Devido ao caráter natural do Pantanal que varia de eutrófico a hipereutrófico, o aguapé cresce em grande quantidade nas baías, nos canais e nas margens dos rios e forma aglomerados que se desprendem e geram ilhas flutuantes que se deslocam pelo rio Paraguai, regionalmente chamadas de “camalotes” (figura 2).



Figura 2. Ilhas flutuantes no rio Paraguai na altura do Porto de Corumbá: as ilhas se deslocam pelo rio com variados tamanhos e composição de espécies (em detalhe na figura ao lado).

O aguapé, *Eichhornia spp.*, gênero mais frequente, possui floração arroxeada.

Fotos: Dra. Suzana Salis, 2011

As planícies de inundação e lagos são importantes fontes naturais de produção de metano atmosférico, gás de efeito estufa. Em ambientes alagados anaeróbicos, como as planícies de inundação de rios, a decomposição de matéria orgânica pode provocar significativas emissões deste gás (MARANI; ALVALÁ, 2007). A concentração deste gás na coluna de água está relacionada com o balanço entre a produção e o consumo. A metanogênese é um dos processos mais importantes na degradação da matéria orgânica nos sedimentos aquáticos e depende da presença de substrato e de condições de anaerobiose sendo influenciada pelo grau de eutrofização e pela presença de plantas aquáticas; e, por outro lado, na presença de oxigênio e metano, as bactérias metanotróficas são responsáveis pela conversão do metano em dióxido de carbono (MARINHO et al., 2009).

Nos ambientes com intenso consumo heterotrófico ricos em nutrientes, como é o caso do Pantanal, a cadeia alimentar é sustentada pela decomposição da produção primária na forma de plantas aquáticas por bactérias metanotróficas. Em planícies de inundação, os tecidos de vegetação aquática e as células de fitoplâncton são as maiores fontes de detritos autóctones e os detritos da vegetação aquática, que se acumulam sobre sedimentos, podem ser as principais fontes de emissão de metano e dióxido de carbono (BIANCHINI Jr. et al., 2010).

Em uma estimativa conservadora, Marani e Alvalá (2007) indicam que o Pantanal contribui com, aproximadamente, 3,3% do total das emissões globais de metano por áreas úmidas e alagadas e, por isto, é uma das mais importantes fontes de emissão global natural de metano atmosférico proveniente de áreas úmidas. Dentre as maiores fontes de emissão de metano globais estão os dejetos da pecuária e a emissão de represas.

O pulso de inundação promove uma expressiva entrada de materiais e de energia nas baías, vazantes e rios do Pantanal que é seguida de uma grande produtividade de plantas aquáticas que, por sua vez, promovem a autodepuração do sistema (CALHEIROS; FERREIRA, 1996). Durante a cheia no Pantanal, podem ser observados eventos anóxicos no rio Paraguai não acompanhados de concentrações elevadas de fosfatos. Na ciclagem de nutrientes pela vegetação aquática, as plantas jovens absorvem rapidamente os nutrientes solúveis liberados pela decomposição das plantas senescentes (NOGUEIRA; ESTEVES; PRAST, 1996). Nos eventos anóxicos extremos a concentração de nutrientes nas águas se reduz, ao contrário do que seria esperado, em virtude da abundância da vegetação aquática que se prolifera rapidamente e retira nutrientes da coluna de

água com suas raízes submersas e supre suas necessidades de oxigênio diretamente da atmosfera com suas folhas emersas (HAMILTON et al., 1997).

Este fenômeno natural de alteração da qualidade das águas, conhecido localmente como dequada, ocorre anualmente com diferentes graus em função da magnitude da cheia no Pantanal, e decorre da decomposição de grande quantidade de matéria orgânica submersa originada tanto pela vegetação terrestre que se desenvolveu na seca como pela vegetação aquática que morre no local na cheia anterior (CALHEIROS; FERREIRA, 1996). O grau de alteração da qualidade da água depende do regime hidrológico que varia ano a ano em volume e velocidade de inundação e que influencia a quantidade de biomassa produzida; em casos extremos ocorre elevado consumo de oxigênio nos processos de decomposição da matéria orgânica e o ambiente se torna anóxico por longos períodos.

As condições anóxicas contribuem para a maior disponibilidade de fosfato para as macrófitas favorecendo ainda mais seu rápido crescimento (HAMILTON et al., 1997). Dependendo da quantidade de detritos gerados pelas plantas aquáticas e do estoque de oxigênio disponível, pode haver solubilização do fósforo dos sedimentos e uma consequente autofertilização do sistema (BIANCHINI Jr., 2003).

As macrófitas aquáticas apresentam uma grande variação nas suas formas e tamanhos, o que permite sua adaptação a diferentes ambientes e possibilita altas taxas de produtividade primária e curto ciclo de vida e, assim, muitas espécies de macrófitas são consideradas r-estrategistas (ODUM, 1988). Por isto, ocorre a decomposição de parte dessa produção primária e uma fração dessa produção de vegetação aquática é escoada pelo Pantanal através da exportação fluvial de biomassa na forma de ilhas livres e flutuantes que escoam ao longo do rio Paraguai.

Embora exista pouco conhecimento sobre a dinâmica de escoamento, sobre a ciclagem destas plantas e sobre suas funções e impactos ecológicos nos sistemas a jusante das áreas de crescimento, a extração de uma parte desta vegetação pode gerar benefício ao sistema, pois a decomposição anaeróbica desta vegetação pode acarretar em emissões de metano (BERGIER et al., 2008). A visão da ecohidrologia pode ser considerada uma estratégia que integra as inter-relações entre a biota, o clima e os processos hidrológicos (ZALEWSKI, 2000) para o uso racional de ilhas flutuantes em consonância com o pulso de inundação e, ao mesmo tempo, gerando um benefício local e global relacionado às emissões de metano.

Além dos aspectos discutidos, em sistemas eutróficos o aguapé encontra ambiente favorável e se desenvolve em demasia apresentando impactos indesejáveis como a aceleração da eutrofização dos corpos de água em virtude de seu crescimento excessivo. Este crescimento pode até mesmo atingir níveis capazes de provocar o bloqueio à navegação. Apesar dos problemas causados pelo aguapé, esta espécie tem sido utilizada para fins como alimentação de peixes, adubação e compostagem para agricultura, produção de papel, controle da poluição da água e produção de energia (biogás) (GOPAL, 1987, apud BORTOLOTTI, 2005, p. 332; GUNNARSSON; PETERSEN, 2007).

2.4 Energia a partir de vegetação aquática

A vegetação aquática se desenvolve naturalmente, em grande quantidade e de modo perene nas áreas alagadas no Pantanal. Embora na seca exista menor quantidade em virtude da retração das áreas alagadas, na cheia, esta vegetação ocupa uma grande extensão e o excedente de produção escoar pelo rio Paraguai. Em virtude destas características, existe a possibilidade de utilizar uma parte do aguapé exportado pelo rio como uma fonte de biomassa para biorefinarias, sem alterar a estrutura e a função ecológica no Pantanal. O bio-óleo, um dos produtos da conversão termoquímica de biomassa, pode ser convertido em gás de síntese - “*syngas*” e, os finos de carvão podem ser utilizados na fertilização de solos em áreas agrícolas na região (assentamentos, por exemplo). Outro destino interessante é a produção de briquetes de carvão para o setor industrial da região, a partir da prensagem de bio-óleo e do bio-carvão.

As biorefinarias e a colheita do aguapé também poderiam constituir uma nova ocupação para a população urbana contribuindo para a melhoria nos aspectos socioeconômicos da região, bem como pode alavancar o desenvolvimento sustentável para a população rural. Assim, além de ser uma alternativa para utilização de fontes locais de biomassa, o aproveitamento do aguapé pode eventualmente favorecer a criação de novas oportunidades de trabalho nos setores de reciclagem e de energia renováveis para a população, cuja fonte de renda depende basicamente da pesca, bovinocultura extensiva e mineração.

Sistemas de produção de bioenergia baseados em biodigestão anaeróbia do aguapé em conjunto com outras fontes de matéria orgânica (como dejetos de animais) encontram-se em operação, em especial no sul da Ásia (GUNNARSSON; PETERSEN, 2007; MALIK, 2007). No

Brasil, pesquisas sobre o uso do aguapé para a produção de biogás foram desenvolvidas por Silva (2003) e por Abreu (2005). O uso de biodigestores já é encontrado em algumas localidades em zonas rurais embora, eles estejam operando com dejetos animais.

Embora o biogás seja uma alternativa de bioenergia, os problemas relacionados com armazenamento e transporte inviabilizam o seu uso mais extensivo. Existe a possibilidade de transformar aguapé em combustíveis de maior valor agregado e de alta densidade energética e mássica como é o caso do bio-óleo e dos briquetes de carvão obtidos do processo de termoconversão rápida de biomassa. Este processo representa uma alternativa para a geração de energia com vantagens logísticas de armazenamento e transporte.

O processo de pirólise rápida de biomassa para a produção otimizada da fração líquida aquosa orgânica, que se convencionou denominar bio-óleo, é um processo de conversão termoquímica, ou seja, ocorre a temperaturas elevadas em ausência de oxigênio e envolve reações químicas. Além do bio-óleo que constitui de 30 a 50% em peso em relação à biomassa seca alimentada ao reator, é obtido carvão em pó (25%) e gases combustíveis usados no próprio processo de pirólise ou para a secagem de biomassa. O processo de pirólise rápida de biomassa, tecnologia patenteada pela Unicamp e licenciada com exclusividade pela Bioware Tecnologia, apresenta viabilidade econômica para unidades com capacidade de alimentação de biomassa de 100 quilogramas por hora até duas toneladas por hora. Existem outros processos de transformação de biomassa que também poderão ser avaliados futuramente a partir dos resultados da disponibilidade da biomassa do aguapé, como é o caso de briquetes de carvão, gás de síntese e outras tecnologias atualmente em desenvolvimento no Brasil e no mundo.

O conceito de utilização de plantas aquáticas para a conversão em energia e ao mesmo tempo melhorar a qualidade da água é importante em regiões tropicais e subtropicais, onde o clima é favorável ao crescimento destas plantas durante todas as estações do ano (REDDY; DEBUSK, 1984), como é o caso do crescimento do aguapé no Pantanal. Em virtude da grande quantidade de aguapé e de sua elevada capacidade de remoção de nutrientes, esta vegetação participa do processo de depuração da qualidade das águas no Pantanal (CALHEIROS; FERREIRA, 1996).

Como uma solução de baixo custo, a fitorremediação de águas eutróficas é uma estratégia de interesse em zonas de clima tropical onde existe abundância de macrófitas aquáticas e peixes

e, observou-se que o cultivo e colheita periódica de aguapé em sistemas fechados alimentados com águas eutróficas promove o desenvolvimento de um ambiente mais adequado para o crescimento de peixes (SAHA; JANA, 2003). Os estudos de Saha e Jana (2003) indicaram uma possibilidade de interação benéfica entre a interferência antrópica e as propriedades do sistema no manejo do ambiente aquático eutrófico para o crescimento e colheita de plantas aquáticas.

O sucesso da utilização da biomassa do aguapé para produção de energia e adicional tratamento de água depende do conhecimento da dinâmica de crescimento destas plantas. O típico modelo logístico de crescimento do aguapé indica que a colheita periódica maximiza sua produtividade (**Apêndice A**). Assim, a estratégia de colheita remove nutrientes e, simultaneamente, provê biomassa para uso em aplicações benéficas (MAHUJCHARIYAWONG; IKEDA, 2001; NAHLIK; MITSCH, 2006).

A ecotecnologia, integração dos princípios da ecohidrologia (ZALEWSKI, 2002b) com tecnologias, requer uma visão holística que integre as partes e os processos de modo abrangente (MITSCH; JØRGENSEN, 2004). Qualquer interferência em um sistema natural deve basear-se no conhecimento das propriedades do ecossistema e, considerando-se que em um ecossistema uma parte não é representativa do todo (Teoria Geral dos Sistemas), deve-se promover a criação de modelos sistêmicos baseados em estratégias de monitoramento e gerenciamento ecológico que mantenham ou aumentem a capacidade do sistema de absorver impactos da ação antrópica e que estimulem a manutenção de suas funções ecossistêmicas (ZALEWSKI, 2002b; MITSCH; JØRGENSEN, 2004); conforme apresentado na **figura 3**.

Os ecossistemas são sistemas vivos, complexos e abertos que se auto-organizam para aproveitar o máximo da energia disponível através da criação de estruturas auto-catalíticas e através da formação de redes que integram produtores e consumidores em uma hierarquia universal de energia (ODUM, 1996). Aparentemente, todos os sistemas em todas as escalas pulsam e uma gradual acumulação de energia na forma de materiais é seguida de um período de intenso consumo seguido de um próximo período de crescimento o que lhes confere um estado de equilíbrio dinâmico estacionário ou quase-estacionário (ODUM, 1996).

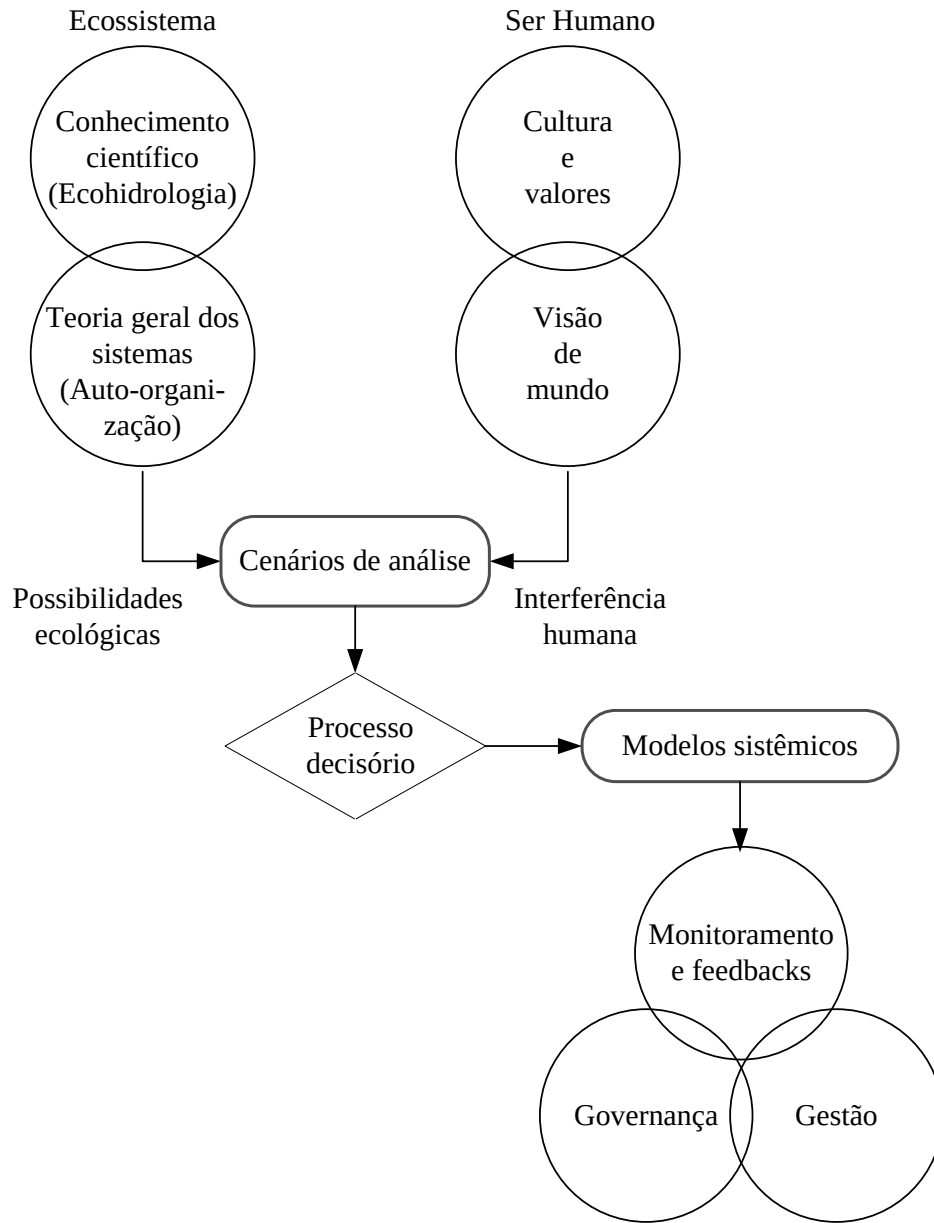


Figura 3. Sistema de decisão sobre interferências em ecossistemas

Fonte: Adaptado de Waltner-Toews e Kay, 2008, p.244.

Os ciclos de consumo, produção e liberação de energia, envolvem a dissipação contínua de energia, na forma de entropia, de acordo com a 2ª Lei da Termodinâmica, pois um ecossistema em seu estado de conservação natural assegura a sua organização estrutural e funcional através da manutenção da entropia mínima (ODUM, 1996; MITSCH; JØRGENSEN, 2004). Estes ciclos de consumo, armazenagem e liberação da energia termodinâmica disponível (exergia), dependem de

atratores locais em torno dos quais o sistema se organiza (STRÅSKRABA; JØRGENSEN; PATTEN, 1999), ou seja, elementos que definem e moldam a dinâmica do sistema e sua manutenção em um determinado ponto de retorno ao seu equilíbrio estacionário ou quase-estacionário local.

No caso do Pantanal, o sistema de produção primária e de consumo e ciclagem de nutrientes são regidos pelo pulso de inundação (**figura 4**). A eclosão de plantas aquáticas nas planícies inundadas, baías e margens de rios é seguida de novo evento de ciclagem de nutrientes por sua decomposição no ciclo hidrológico subsequente; o aporte de nutrientes pelo pulso de inundação é a força motriz.

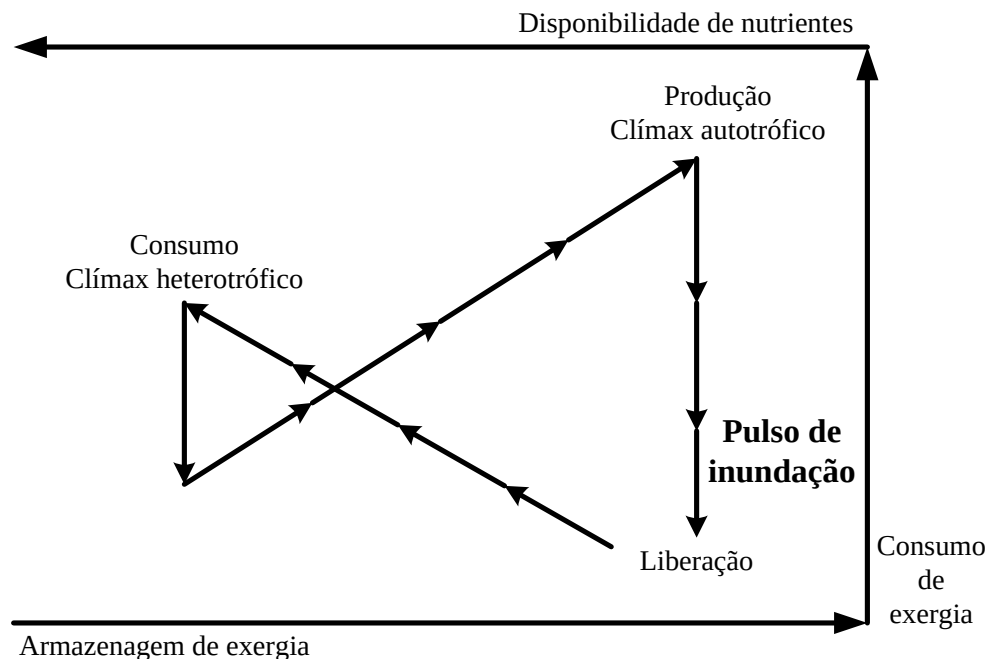


Figura 4. Produção, consumo e ciclagem de nutrientes no Pantanal

Fonte: Adaptado de Holling, 1986.

No Pantanal a vegetação aquática ocupa permanentemente determinadas áreas na seca e apresenta uma grande extensão de ocupação na época da cheia (SOUZA et al., 2010; 2011), a liberação de ilhas flutuantes por ação do crescimento das plantas nas baías, vazantes e margens dos rios abre espaço para o crescimento de plantas mais jovens em estágio de maior consumo de nutrientes para seu crescimento e as plantas mais velhas escoam com o fluxo do rio. A maior

parte da produção de biomassa de vegetação aquática permanece nas áreas de crescimento participando da ciclagem local de nutrientes, como o fósforo, que é prontamente usado por macrófitas aquáticas, especialmente as flutuantes, que possuem vantagem seletiva sobre produtores primários submersos (algas e outras macrófitas) do ponto de vista do uso da radiação solar; estudos anteriores (RAMIRES, 1993) indicaram que apenas 1 a 2% da biomassa produzida é escoada pelo rio Paraguai na forma de ilhas flutuantes.

A colheita de ilhas flutuantes deve ser realizada de modo que não se altere o equilíbrio trófico do Pantanal e que não ocorram impactos no ecossistema. Um problema relacionado às interferências humanas em ecossistemas é o grau em que estas atividades aumentam a dissipação energética; é necessário o entendimento do quanto é possível interferir e de como gerenciar os possíveis efeitos do processo de reorganização que o sistema adotará para a manutenção de seu equilíbrio, estrutura e funções (STRÄSKRABA; JØRGENSEN; PATTEN, 1999).

Um exemplo de interferência humana que alterou as características naturais do ecossistema foi observado por Lima, Novo e Bins (1998) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, onde, após a inundação de florestas houve um aumento da carga de nutrientes decorrente da decomposição de matéria orgânica e uma consequente explosão de crescimento de macrófitas aquáticas; esta ocupação por macrófitas permaneceu enquanto havia grande disponibilidade de nutrientes e retrocedeu à sua ocupação normal após alguns anos.

No Pantanal, a vegetação aquática é perene em virtude do padrão trófico no qual existe usualmente grande fluxo de nutrientes, aportado pelo pulso de inundação em decorrência da decomposição da vegetação terrestre e aquática. Essas macrófitas flutuantes crescem e se desenvolvem muito rapidamente, tem o ciclo de vida curto e são recicladas pelo metabolismo natural do Pantanal.

2.5 Modelagem e Simulação de Ecossistemas Naturais

A complexidade dos processos hidrológicos e biogeoquímicos dos sistemas compostos por áreas alagadas ou *wetlands*, termo utilizado para designar áreas alagadas ou inundáveis, permanentemente ou sazonalmente, que, na natureza, compõem diversos ecossistemas desde as regiões costeiras até as interioranas, impõe restrições nos estudos científicos sobre sua dinâmica por requerer o aporte de conhecimentos multidisciplinares.

Segundo Mitsch et al. (2009), três diferentes aproximações sistêmicas para o estudo destes ambientes complexos são possíveis: estudos em mesocosmos, estudos de ecossistemas inteiros e a modelagem matemática; sendo o último o que melhor custo-benefício possui quando bancos de dados estão disponíveis e quando o modelador possui conhecimentos de Matemática e de Ecologia. Os autores ainda afirmam que os modelos matemáticos permitem a experimentação do ecossistema de um modo que é impossível nos outros dois casos.

A complexidade dos ecossistemas naturais e a avalanche de problemas ambientais decorrentes da ação humana incentivaram o desenvolvimento de uma nova ciência, a Engenharia Ecológica, que requer que o estudioso tenha domínio da Modelagem Ecológica. Em Engenharia Ecológica, além de compreender as relações ecossistêmicas e entender os problemas ambientais, é necessário que se realizem projeções de cenários. Temas centrais de estudo nesta área são: criação, restauração ou utilização de um ecossistema e avaliação de riscos ambientais. Frequentemente, o modelo matemático é a primeira ferramenta básica de trabalho para os profissionais da área. Os modelos matemáticos de ecossistemas naturais utilizam o método iterativo e múltiplas simulações das variáveis de estado.

Os modelos matemáticos permitem que o estudioso aprenda e aprofunde seus conhecimentos com o próprio processo de construção, verificação, calibração e validação do modelo. A simulação computacional permite a quantificação da dinâmica dos fluxos de energia do ecossistema e constitui uma ferramenta valiosa para o entendimento de ecossistemas e planejamento de ações. A etapa de verificação de um modelo, inevitavelmente, antecede a calibração e ocorre durante o desenvolvimento e uso preliminar do modelo. A validação é diferente da verificação, pois, é realizada para avaliar o comportamento das variáveis de estado nos sistemas em estudo; pode ser conduzida por meio de testes objetivos sobre o desempenho do modelo, observando-se o quão bem este se ajusta aos dados. Um teste que pode ser realizado é a análise de sensibilidade realizada variando-se os coeficientes um a um e observando os resultados da simulação. A análise de sensibilidade permite identificar a potencial faixa de utilização do modelo desenvolvido.

Um modelo pode ser considerado como a síntese de elementos do conhecimento e das observações sobre um sistema; a qualidade do modelo depende tanto dos conhecimentos do modelador como dos dados disponíveis (MITSCH; JØRGENSEN, 2004).

A modelagem e simulação de um ecossistema natural permitem que se realizem inferências sobre a preservação dos ambientes naturais e constitui uma importante ferramenta para a análise e projeção de cenários apoiando a tomada de decisão e a avaliação dos impactos da interferência antrópica na natureza.

O uso de modelos sistêmicos está cada vez mais presente no planejamento de ações para um desenvolvimento sustentável. Embora o universo seja complexo e o ser humano não possa visualizar em detalhes todas as interações e interligações, simplificações são inteligíveis e mini-modelos foram desenvolvidos para representar sistemas e entender suas funcionalidades ecossistêmicas (ODUM; ODUM, 2000).

A Teoria Geral dos Sistemas, que enfatiza que os sistemas reais são abertos e interagem com o meio ambiente, é aplicada na Ecologia de Sistemas (ODUM, 1983) que estuda os ecossistemas de modo integral considerando seus componentes e o comportamento do sistema como um todo.

A Ecologia de Sistemas utiliza a linguagem dos fluxos de energia para a descrição de sistemas ecológicos complexos facilitando o entendimento da estrutura e das funções ecossistêmicas através de diagramas, balanços de massa e de energia e de simulações das transformações.

Nos ecossistemas os fluxos de energia seguem as leis da Termodinâmica e aplicam-se os balanços dinâmicos de massa e energia; o sentido dos fluxos é determinado pela intensidade de energia e a hierarquia energética se organiza da energia de menor qualidade para a de maior qualidade. H.T. Odum (1983) desenvolveu uma linguagem para sistemas abertos que permite a representação, visualização e descrição matemática para a simulação do comportamento de suas variáveis de estado de modo dinâmico.

O estudo dos modelos populacionais clássicos e da aplicação da linguagem dos fluxos de energia nestes casos foi usado como ferramenta didática para o desenvolvimento do modelo integrado de crescimento, senescência e colheita de biomassa do aguapé nesta pesquisa. Os modelos populacionais clássicos são:

(a) Modelo de Malthus para crescimento populacional, cuja função é exponencial, descrito pela equação $dN / dt = rN(t)$, onde r é a taxa de crescimento da população N ;

(b) Modelo de Verhulst ou modelo logístico de crescimento, cuja função é sigmoideal, descrito pela equação $dN / dt = r(1-N(t) / k)N(t)$, onde k é o nível de saturação da população;

(c) Modelo Lotka-Vottera para a interação entre duas espécies ou modelo presa-predador, cuja função é senoidal, descrito pelas equações $dN / dt = aN(t) - \alpha N(t)P$ e $dP / dt = -bP(t) + \beta NP(t)$, onde N e P são populações de presas e predadores, respectivamente; a é a taxa de crescimento das presas, b a taxa de mortalidade dos predadores, α e β são medidas de interação entre as duas espécies.

Odum e Odum (2000) desenvolveram mini-modelos sistêmicos para o estudo e simulação de diversos ecossistemas e diversas situações ecológicas na linguagem de programação BASIC. Os mini-modelos possuem importante função didática aos estudiosos de modelagem de ecossistemas naturais, pois permitem a visualização das interações existentes. Os modelos populacionais clássicos convertidos para a linguagem dos fluxos de energia, os diagramas sistêmicos e suas respectivas equações estão apresentados nas **Figuras 5, 6, 7**.

Estes modelos e uma série de outros mini-modelos foram convertidos para a linguagem de programação JAVA e foi desenvolvido um curso sobre “Modelagem e Simulação de Sistema” baseado na publicação de Odum e Odum (2000); o material está disponível na Internet (ORTEGA, 2007).

Para a modelagem da dinâmica de crescimento do aguapé nas diferentes zonas do Pantanal é necessário considerar os fatores limitantes de sua produção para a obtenção de resultados coerentes na simulação, assim como, deve-se considerar a influência das variáveis limnológicas no crescimento e decomposição do aguapé. Os principais fatores limitantes, de acordo com pesquisas desenvolvidas no Brasil, são: concentração de nutrientes e carbono inorgânico, variação do nível de água, temperatura, radiação fotossinteticamente ativa e velocidade de corrente (BIUDES; CAMARGO, 2008).

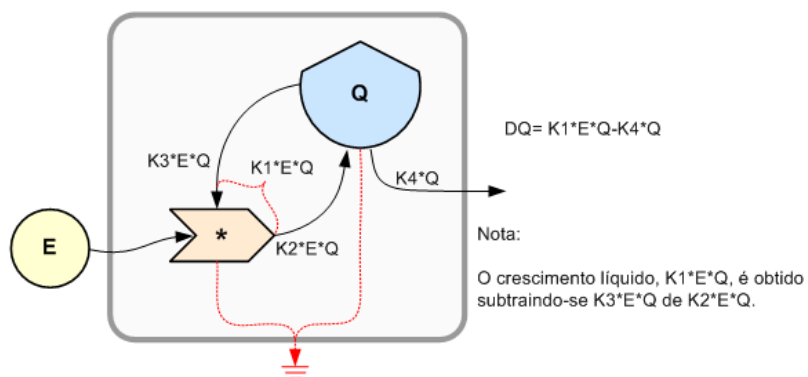


Figura 5. Modelo de crescimento exponencial (EXPO)

Fonte: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/ModSim/expo/expo-pt.html>

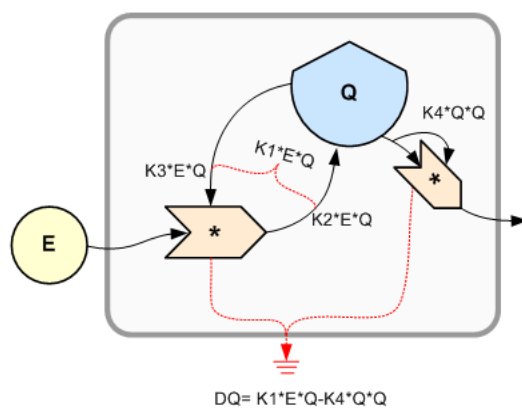


Figura 6. Modelo de crescimento logístico (LOGISTIC)

Fonte: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/ModSim/logistic/logistic-pt.html>

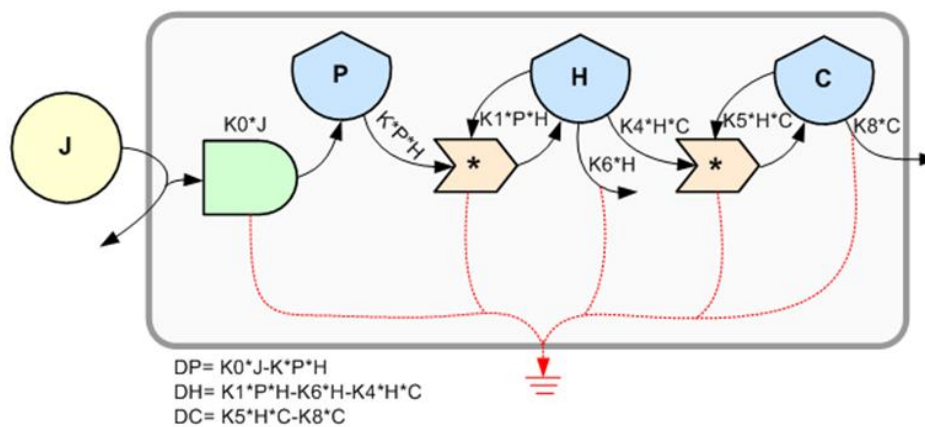


Figura 7. Modelo de oscilação presa-predador (PREYPRED)

Fonte: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/ModSim/preypred/osc-preypred-pt.html>

Modelos de crescimento do aguapé foram desenvolvidos para conhecer os efeitos da temperatura e da concentração de nutrientes na taxa de crescimento (WILSON; HOLST; REES, 2005) e para conhecer a eficiência da colheita de biomassa do aguapé para atingir o máximo rendimento sustentável (MAHUJCHARIYAWONG; IKEDA, 2001). No Brasil, foram desenvolvidas pesquisas sobre taxas de crescimento do aguapé e sua remoção de nutrientes (PETRUCIO; ESTEVES, 2000; ROMITELLI, 1983), assim como, pesquisas sobre modelos matemáticos aplicados para o estudo da decomposição de macrófitas (CUNHA-SANTINO; BIANCHINI Jr., 2006) e recomendações sobre modelos para simulação do crescimento de plantas aquáticas (BIANCHINI Jr., 2003).

Bianchini Jr. (2003) recomenda que a modelagem de crescimento de plantas aquáticas considere a senescência das plantas e a ação da herbivoria e, também, que as simulações de alterações ambientais e de intervenções que envolvem plantas aquáticas sejam fundamentadas em estimativas precisas de:

- (a) biomassa e atividade fisiológica das plantas,
- (b) contribuição das plantas na cadeia trófica na forma de alimento e detritos e
- (c) interações entre a decomposição das plantas e os ciclos biogeoquímicos e os impactos no balanço de oxigênio.

2.6 Avaliação Emergética

A avaliação do uso do aguapé para o processo de pirólise rápida de biomassa será realizada com o uso da Avaliação Emergética, uma metodologia para avaliação ecológica e energética de projetos, desenvolvida por H.T. Odum, que permite obter indicadores de desempenho termodinâmico, dentre eles a renovabilidade (sustentabilidade a longo-prazo do ponto de vista ambiental) e que provê novas visões sobre a relação entre meio-ambiente e economia (CAVALETT; QUEIROZ; ORTEGA, 2006).

A metodologia emergética é uma ferramenta que estima o valor de energia solar disponível requerida, direta ou indiretamente, para obtenção de produtos, processos e serviços; é uma ferramenta para a contabilidade ambiental (ODUM, 1996). A contabilidade emergética é uma aproximação biofísica para estimar a contribuição da natureza nas atividades da economia em

oposição a outros métodos que se baseiam apenas na percepção de valor da contribuição da natureza (TILLEY; BROWN, 2006).

Por quatro décadas a Avaliação Emergética vem evoluindo e, após a publicação, em 1996, do livro *Environmental Accounting* de H.T. Odum, que formalizou esta metodologia, a avaliação emergética de ecossistemas, sistemas econômicos, sistemas ecológico-econômicos e sistemas de produção agrícola integrados vem sendo aplicada com resultados e discussões divulgados por diversos pesquisadores (ORTEGA, 2003; ORTEGA et al., 2005; CAVALETT; QUEIROZ; ORTEGA, 2006; TILLEY; BROWN, 2006; BASTIANONI et al., 2008; CAVALETT; ORTEGA, 2010). A metodologia emergética considera o princípio que rege os sistemas abertos: os sistemas naturais se auto-organizam para aproveitar o máximo da energia disponível através da criação de estruturas auto-catalíticas e através da formação de redes que integram produtores e consumidores em uma hierarquia universal de energia.

Considerando-se que em tudo que existe há energia disponível que produz trabalho (W), a energia pode ser usada para avaliar a riqueza real em uma base comum, isto é, colocando as diversas energias na mesma unidade de medida, que é a energia solar ou *Joules* de energia solar equivalente (seJ). As energias de diferentes tipos não são equivalentes em sua contribuição de trabalho útil. Quanto maior o espaço e o tempo necessários para a produção de um recurso, maior a qualidade da energia produzida, ou seja, há menos energia, porém mais energia por unidade nas coisas valiosas.

O conceito de energia foi concebido para comparar os diferentes tipos de energia ao reconhecer sua posição na hierarquia universal de energia. Assim, energia é a energia potencial disponível, ou seja, a exergia, que foi previamente utilizada, em forma direta ou indireta, para produzir um produto ou serviço. A energia fornece o valor do trabalho (W) agregado de um recurso constituindo, portanto, seu valor e indica a capacidade de aquisição de riqueza.

A proporcionalidade entre energia e energia é chamada de transformidade (TR), que é definida como a quantidade de energia de um tipo necessária para gerar uma unidade de energia de outro tipo, ou seja, energia solar equivalente por unidade de energia (seJ/J). A transformidade é maior quanto mais energia nos processos de transformação é requerida para a obtenção de um produto (ODUM, 1996).

A razão energia/dinheiro, que varia com o tempo e também entre países, permite converter os fluxos de energia em fluxos de dólares energéticos (em dólares). Com o uso dos conceitos de energia e transformidades realiza-se o cálculo de indicadores energéticos para a avaliação da sustentabilidade e renovabilidade de processos, produtos e serviços. Alguns indicadores são: a energia líquida de um sistema, a carga ambiental e a relação de troca entre o sistema natural e o sistema humano. Os índices obtidos permitem avaliar a eficiência ecológica e econômica do processo.

A avaliação econômica convencional permite que os grupos predominantes de decisões (investidores ou proprietários do empreendimento) estudem alternativas sobre as decisões financeiras para aplicação de fundos. Os parâmetros decisórios neste tipo de avaliação são basicamente voltados à maximização de lucro e valor da empresa.

A avaliação sistêmica de um processo que envolve a exploração e posterior processamento industrial de recursos naturais deve ser fundamentada na avaliação ambiental e econômica e, para tanto, neste estudo apresenta-se também uma breve avaliação de fluxo de caixa cujos índices relativos à lucratividade e rotatividade de capital devem ser avaliados em conjunto com os indicadores obtidos com a contabilidade energética.

Deste modo, o processo decisório, essencialmente racional em sua natureza, pode ser baseado em parâmetros que permitem a avaliação das necessidades de investimentos para a manutenção das características naturais do ecossistema e também em parâmetros para a verificação de critérios relacionados à gestão financeira.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Fazer a análise do ciclo de vida da biomassa de vegetação aquática produzida na planície do Pantanal e exportada pelo rio Paraguai na forma de ilhas livres e flutuantes e a análise sistêmica do uso desta biomassa em biorefinarias de termoconversão para a obtenção de bio-óleo e de bio-fertilizante.

3.2 Objetivos Específicos

- (a) Desenvolver um modelo de apoio à decisão sobre o uso do aguapé e os impactos de sua colheita no ecossistema;
- (b) Avaliar e discutir cenários de colheita sustentável do aguapé;
- (c) Realizar a avaliação sistêmica da produção natural de aguapé usando a avaliação emergética;
- (d) Realizar a avaliação sistêmica da produção industrial de bio-óleo e bio-carvão usando a avaliação emergética e a avaliação econômica convencional para a instalação de uma unidade industrial com capacidade de processamento de 1 ton/h de biomassa seca.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi organizada em duas etapas:

- (a) Modelagem da produção na planície inundável a montante de Corumbá e senescência de aguapé no rio Paraguai a montante e jusante de Corumbá, avaliação emergética da produção natural de biomassa e análise da capacidade de extração sustentável desse recurso.
- (b) Avaliação emergética e econômica do processo produtivo de bio-óleo e carvão a partir da biomassa de aguapé em uma planta compacta de pirólise rápida de biomassa.

4.1 Delimitação da área de estudo

O Pantanal é dividido em 11 sub-regiões (**Figura 8**) delimitadas por critérios referentes aos aspectos de inundação, relevo, solo e vegetação; sendo a inundação e o relevo os de maior importância na determinação dos limites (SILVA; ABDON, 1998).

A área de estudo compreende a planície de inundação do rio Paraguai e adjacências abrangendo partes das sub-regiões do Pantanal de Cáceres, Poconé, Paraguai e Paiguás, em regiões localizadas às margens do rio Paraguai nos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. A bacia do rio Paraguai é sedimentar e apresenta grande nível de transporte de sedimentos. A região de estudo está localizada sobre o Aquífero Cenozóico e, provavelmente, supre água para a recarga deste.

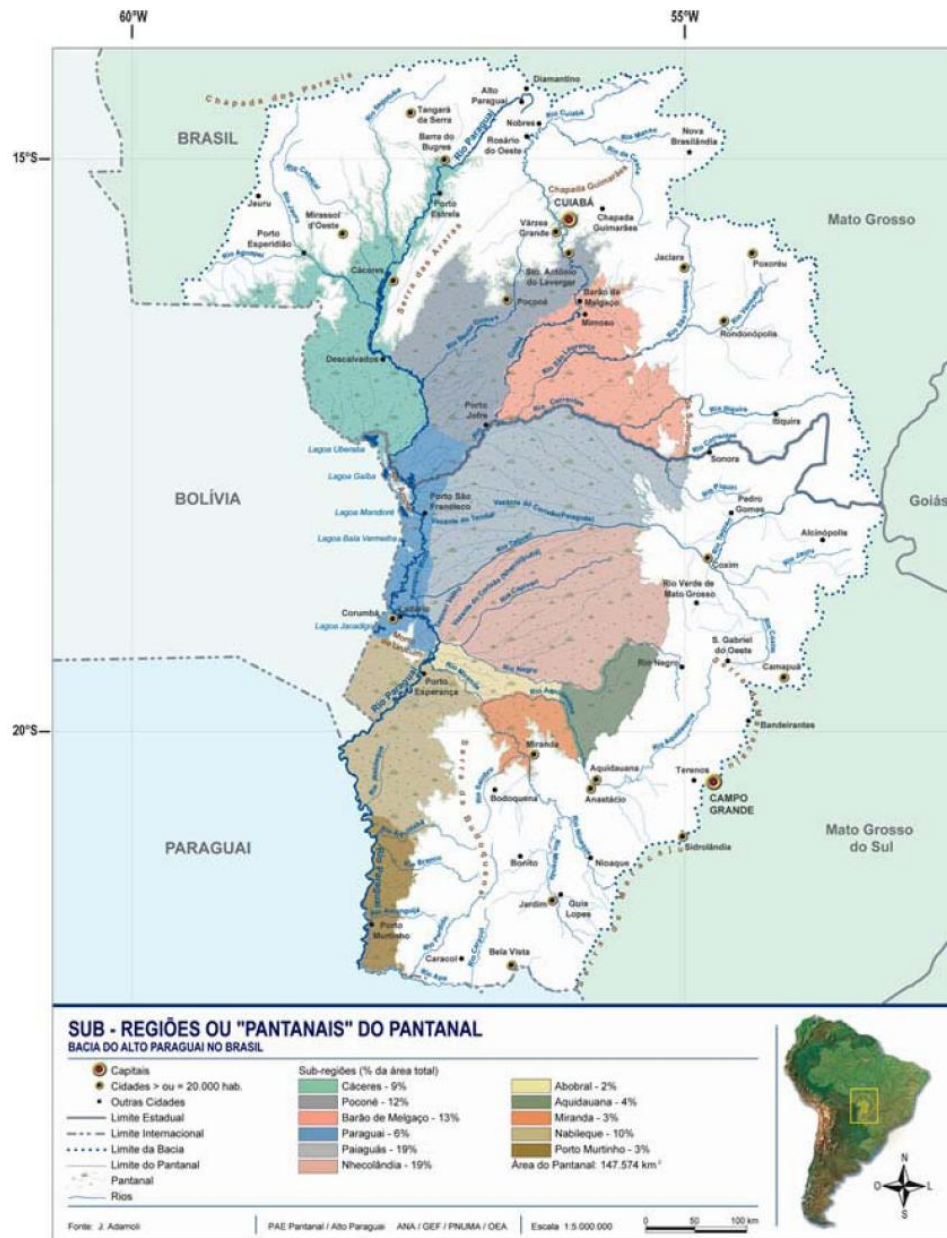


Figura 8. Sub-regiões do Pantanal

Fonte: http://www.ana.gov.br/gefap/arquivos/Sub_regioes.jpg

A área de estudo (**Figura 9**), com extensão delimitada de 17.948,5 km², foi estabelecida por Souza et al. (2011) de modo que toda a área ocupada permanentemente por vegetação aquática nas sub-regiões consideradas fosse abrangida.

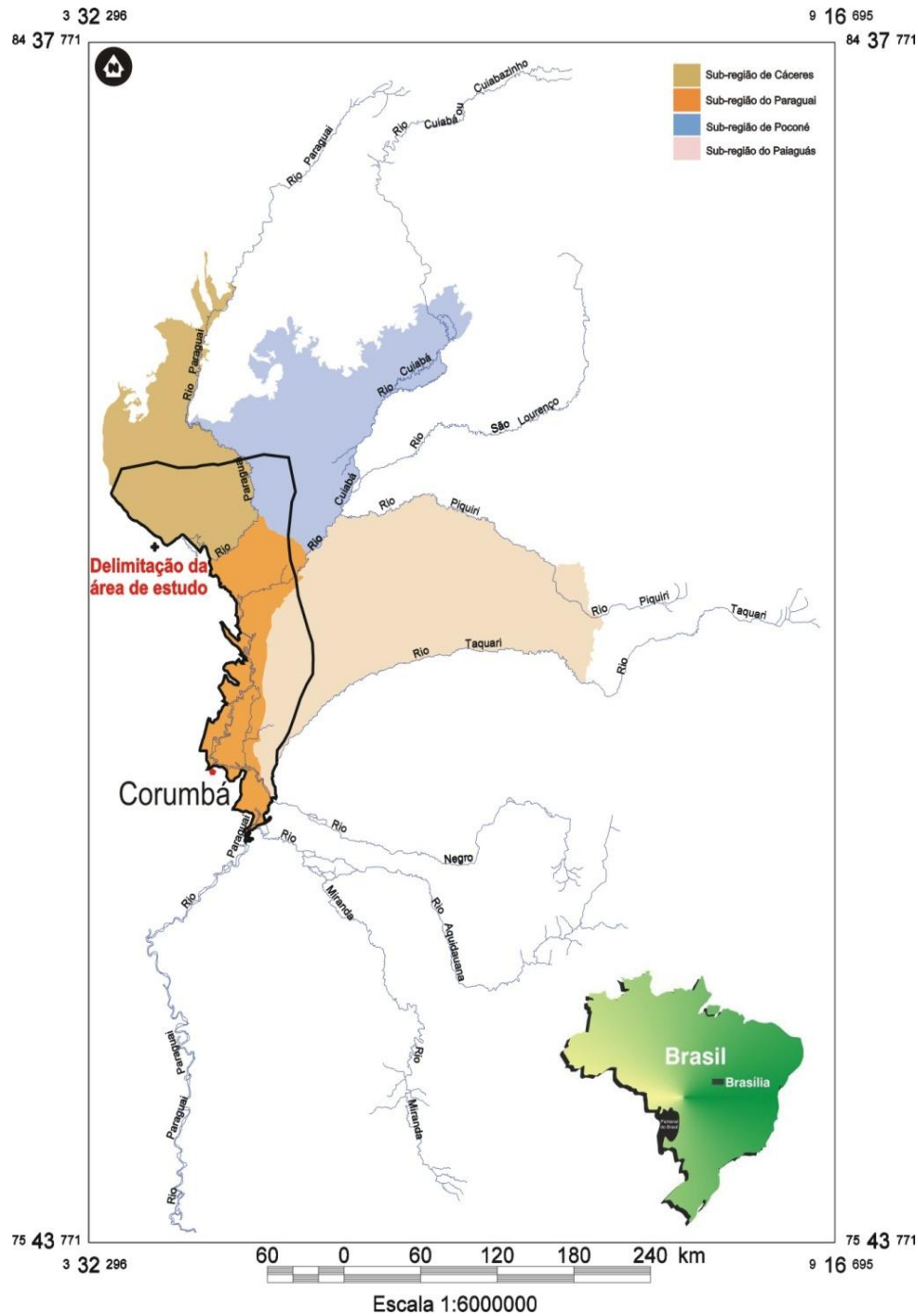


Figura 9. Delimitação da área de estudo com 17.948,5 km²

Fonte: Souza et al., 2011

Esta área de estudo foi assim delimitada com a finalidade de avaliar a variabilidade anual da vegetação aquática flutuante no período de 1987 a 2009 e permitiu a identificação das áreas de ocupação permanente por tal vegetação (**figura 10**) que devem ser consideradas como áreas de conservação, caso este recurso, quando exportado pelo rio, venha a ser utilizado como fonte de biomassa para a produção de energia (SOUZA et al., 2010).

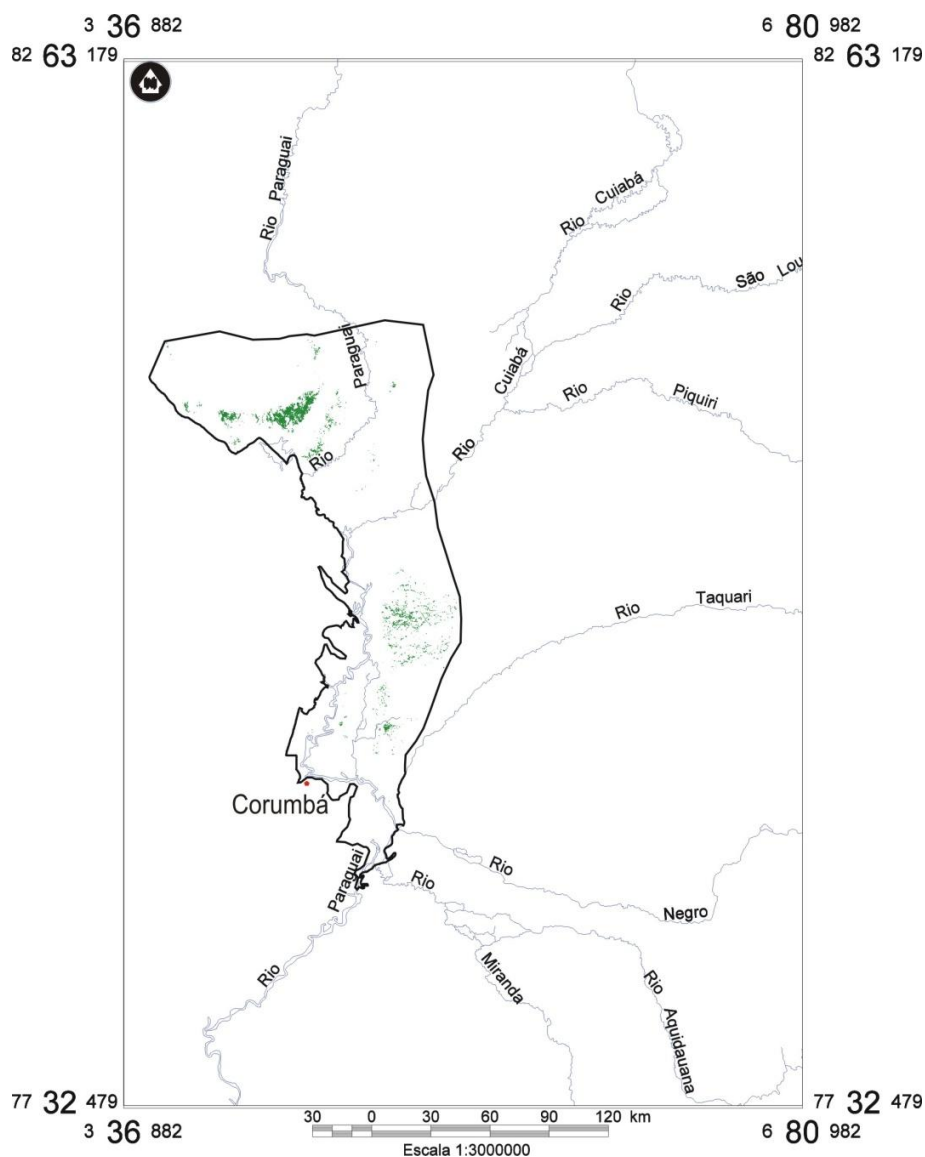


Figura 10. Áreas de ocupação permanente de vegetação aquática

Fonte: Souza et al., 2011

O monitoramento do escoamento de camalotes pelo rio Paraguai para obter a estimativa da exportação de biomassa foi realizado na cidade de Corumbá-MS a partir de um sistema de Circuito Fechado de TV instalado no Porto Geral de Corumbá. Foram extraídas imagens a cada 30 segundos totalizando em média 2.880 imagens por dia e por mês 89.280 imagens (VIANNA et al., 2010).

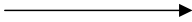
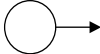
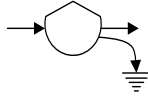
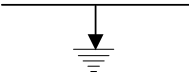
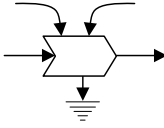
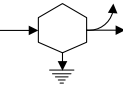
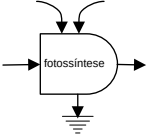
4.2 Modelo sistêmico da produção de biomassa de aguapé

H.T. Odum (1983) desenvolveu uma linguagem para sistemas abertos que permite a representação, visualização e descrição matemática para a simulação do comportamento de variáveis de estado de um sistema de modo dinâmico. Os símbolos da linguagem sistêmica adotada neste estudo são representações gráficas dos componentes ou partes do sistema indicando estoques, consumos, processos de interação, retro-alimentação, decomposição, reciclagem e degradação energética. Na **Tabela 2** estão descritos os principais símbolos da linguagem de fluxos de energia de acordo com Odum e Odum (2000). O diagrama sistêmico elaborado com a simbologia gráfica da linguagem de fluxos de energia deve representar os estoques, fluxos de energia e de matéria simultaneamente; caracterizar a estrutura trófica de um sistema; evidenciar a hierarquia da energia de um sistema e revelar as relações matemáticas para cada uma das variáveis de estado do sistema e para seus respectivos fluxos (ODUM; ODUM, 2000).

O diagrama sistêmico dos processos envolvidos na produção de biomassa de vegetação aquática, suas inter-relações com o meio, escoamento das ilhas flutuantes, colheita e produção de biocombustíveis derivados da pirólise rápida de biomassa está apresentado na **Figura 11**. A vegetação aquática é produzida nas baías, vazantes e margens do rio Paraguai utilizando energia solar e nutrientes incorporados ao sistema pela chuva e pelo fluxo hidrológico da bacia. A produção de biomassa vegetal nesta região serve de suporte à cadeia trófica que se desenvolve nas áreas alagadas. Considerou-se que as entradas que participam da produção fotossintética do sistema são: sol, vento, chuva e o pulso de inundação com nutrientes. O crescimento vegetativo da *Eichhornia crassipes* com expansão horizontal e vertical de folhas promove a criação de aglomerados de plantas que se desprendem das baías e das margens dos rios por ação do crescimento de novas plantas, do vento e da corrente de água formando ilhas flutuantes que são escoadas pelo rio Paraguai especialmente pela ação da corrente da água. O crescimento da

vegetação aquática está representado na parte esquerda da **figura 11** e o transporte das ilhas flutuantes pelo rio está representado na parte superior central.

Tabela 2: Símbolos da linguagem dos fluxos de energia

Nome	Descrição	Símbolo
Fluxo	Utilizado para determinar um fluxo de materiais, informações, organismos <i>etc.</i> Como tudo, inclusive informação, possui energia disponível associada, existe um fluxo de energia em todas as linhas de fluxo proporcional à quantidade do estoque ou à intensidade da fonte que o produz.	
Fonte	Fonte externa de energia que supre força ou fluxo conforme certo padrão; exerce influência e função de controle sobre o sistema.	
Estoque	Representa um compartimento de concentração de energia, material, informação <i>etc.</i> dentro do sistema que armazena conforme o balanço de fluxos de entrada e saída. Indica uma variável de estado.	
Sumidouro de Calor	Significa dispersão de energia que, de acordo com a 2ª Lei da Termodinâmica, é energia dispersada que não pode mais realizar Trabalho. Este fluxo deixa o sistema na forma degradada de calor de baixa intensidade. Todo processo de transformação ou de armazenagem apresenta dispersão de energia.	
Interação	Transformação que utiliza dois ou mais fluxos de diferentes estoques necessários para um processo de produção. Os fluxos se combinam para produzir saída de um novo recurso. Todos os fluxos de entrada e saída são proporcionais à função produção. Representar o desgaste ou consumo interno de um estoque, controle de um fluxo sobre outro e ação de fatores limitantes à produção.	
Consumidor	Unidade que consome e transforma matéria ou qualidade da energia produzida por outros elementos do sistema armazenando parte e, retroativamente, alimentando-os.	
Interruptor ou Ação de desvio	Indica forças que ativam uma grande mudança na trajetória de um fluxo de energia ou matéria. Requer entradas de controle.	
Produtor	Unidade que coleta e converte energia de baixa qualidade, através de interações, para fluxos de alta qualidade.	

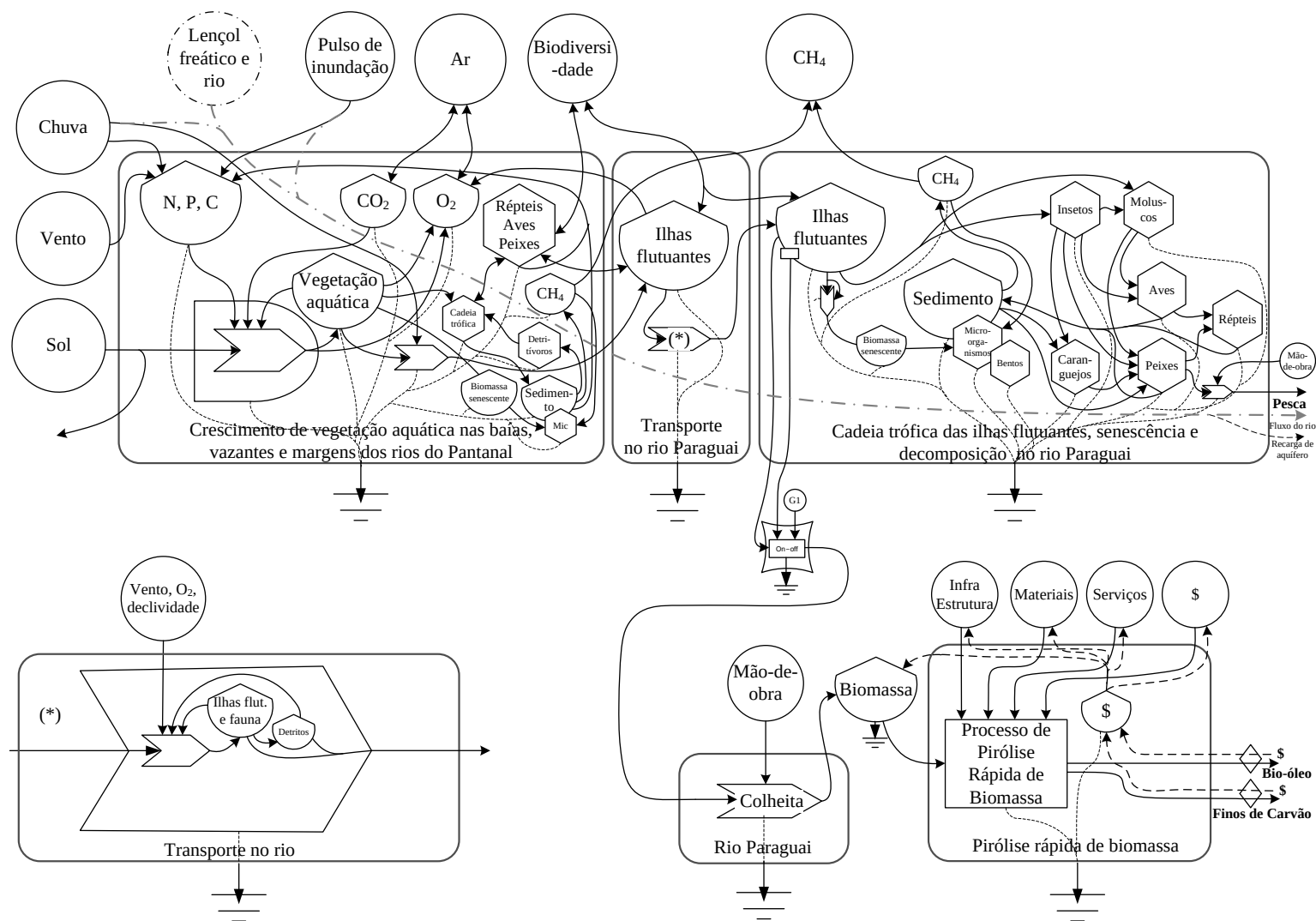


Figura 11. Diagrama sistêmico da produção de vegetação aquática, escoamento pelo rio, colheita e termoconversão de parte da biomassa colhida

Os processos de crescimento, senescência, decomposição e reciclagem desta vegetação estão na parte direita da **figura 11**. A biomassa senescente alimenta o sedimento do rio e das lagoas e, portanto, os processos de decomposição microbológica onde participam microrganismos, organismos bentônicos e peixes detritívoros que servem de alimentos a peixes com outros hábitos alimentares e que ajudam a devolver os nutrientes à coluna de água. Representaram-se também os processos de metanogênese e metanotrofia associados à decomposição de matéria orgânica e a participação das ilhas flutuantes na cadeia trófica aquática. À esquerda a representação da cadeia trófica está simplificada e à direita está aberta por componente da rede alimentar aquática nas ilhas flutuantes conforme estudos e observações realizadas em campo no rio Paraguai (CASTRO et al., 2010; 2011) incluindo insetos, moluscos, aves, caranguejos, peixes e répteis. A fauna existente está representada de modo simplificado na parte direita da **figura 11**, porém, entende-se que existe uma inter-relação das áreas estudadas de produção de biomassa e de escoamento das ilhas flutuantes com a biodiversidade regional. Na época da cheia a produtividade do Pantanal é elevada e vários elementos de flora e fauna se beneficiam dos fluxos de nutrientes e energia carregados pelo pulso de inundação. Existe uma grande quantidade de espécies, animais terrestres, répteis, aves (garças, tuiuiús e diversas aves migratórias) e peixes que participam da ciclagem de nutrientes no Pantanal.

A colheita de biomassa está representada no diagrama da **figura 11** como um processo com controle humano que alimenta um estoque de entrada para o processo de pirólise. O diagrama do processo de pirólise de biomassa também indica a entrada de materiais e serviços da Economia com os respectivos fluxos de dinheiro associados ao uso destes recursos.

A dinâmica de crescimento da vegetação aquática e suas relações ecológicas estão detalhadas na **figura 12**. O sistema estudado foi delimitado de modo a abranger as principais áreas de produção de plantas aquáticas na planície de inundação no Pantanal e também não se discute a quantidade de biomassa produzida à montante desta região uma vez que a principal zona de ocupação por vegetação aquática foi abrangida na área delimitada. O diagrama da **figura 12** representa um sistema que produz: biomassa de vegetação aquática, peixes que são capturados (a pesca é uma importante atividade econômica no Pantanal) e um fluxo de água "limpa", ou seja, com menor carga de nutrientes. Este sistema não seria afetado pela extração em Corumbá de uma quantidade muito pequena da biomassa exportada pela região das lagoas.

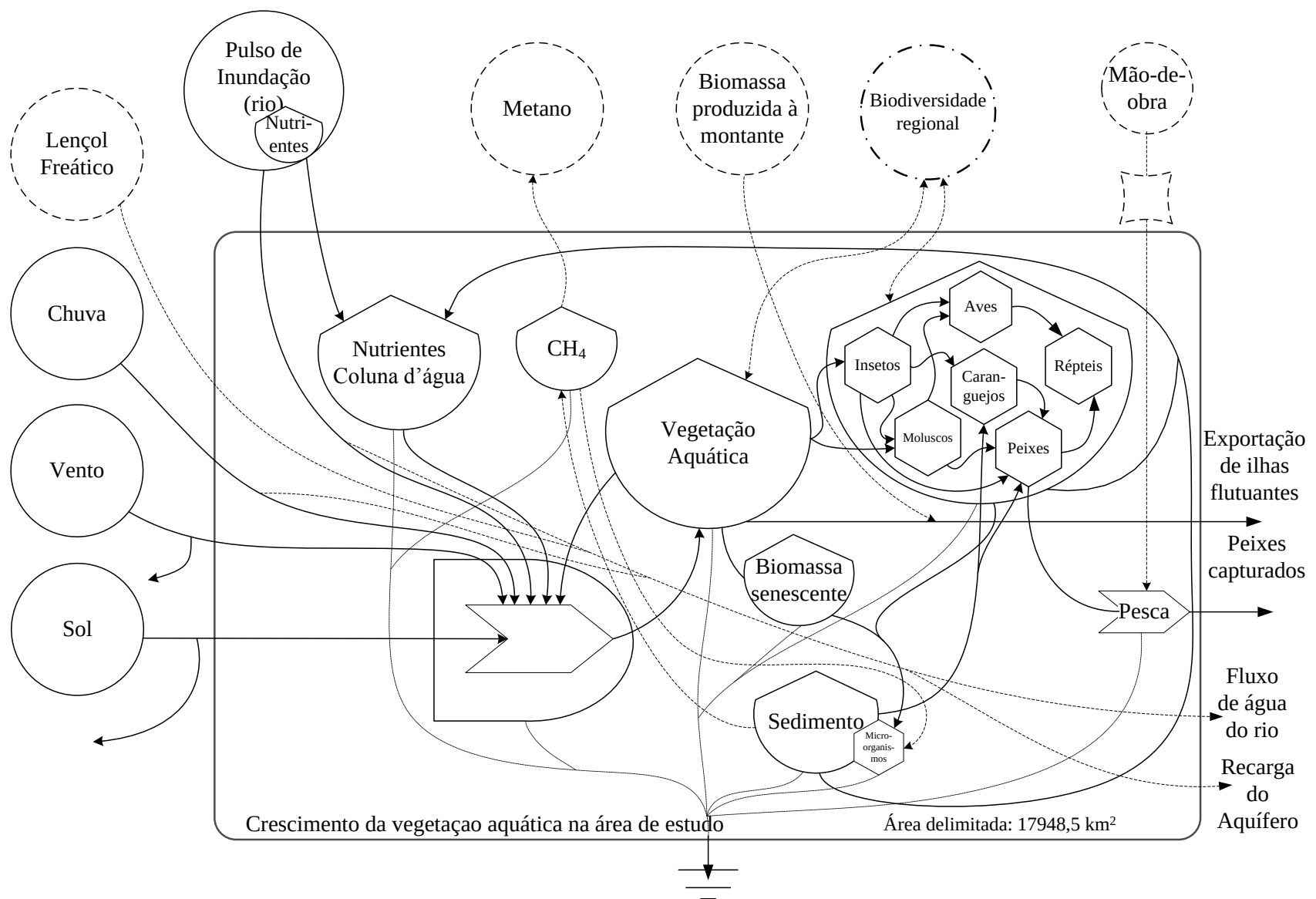


Figura 12. Diagrama sistêmico da produção de vegetação aquática na área das lagoas e zonas inundadas intermitentemente

4.3 Desenvolvimento do Modelo, Calibração e Validação

A construção do modelo inicia-se com a definição do problema após o que se procede ao desenvolvimento do modelo conceitual que estabelece os limites do problema e as inter-relações do modelo. A elaboração do diagrama sistêmico permite a identificação dos fluxos, dos estoques e das inter-relações entre estes na composição de um modelo sistêmico. As variáveis de estado devem ser apropriadas para descrever o estado do sistema em qualquer momento do tempo. Além das variáveis de estado, são definidas as forças motrizes (*driving forces*), as equações, os parâmetros ou coeficientes e, quando houver, as constantes universais.

A construção do diagrama favorece que o modelador aprofunde seu conhecimento sobre o sistema para a correta aplicação das equações diferenciais que quantificam os fluxos e as variações dos estoques. O diagrama e as equações diferenciais permitem a criação de um programa para a simulação computacional onde as variações dos estoques são calculados por método iterativo.

A simulação pode ser realizada em planilha de cálculos, *softwares* específicos para modelagem ou por meio de algoritmos computacionais usando uma determinada linguagem de programação. A quantificação do modelo requer que sejam estabelecidos coeficientes para as equações que serão usadas na simulação; estes coeficientes são calibrados sobre valores de dados científicos experimentais ou podem ser valores assumidos para a investigação do funcionamento do modelo em um primeiro momento (ODUM; ODUM, 2000). Os coeficientes são constantes válidas para um ecossistema específico ou parte dele e podem variar com o tempo, com o espaço e com outras condições do sistema em estudo.

As etapas de verificação, calibração e validação são importantes na modelagem e quantificação da dinâmica dos estoques e ocorrem durante a aplicação do modelo ao sistema estudado. A calibração é a “tentativa” de encontrar o melhor ajuste entre os valores computados e os valores observados através da variação de parâmetros selecionados. Assim, é o processo de adequar o modelo aos números, ou seja, aos valores observados. Depois que as equações estão calibradas procede-se à validação do modelo usando dados experimentais de um período adicional que não foram utilizados anteriormente na calibração. Após estas etapas considera-se que o modelo está pronto para ser usado em simulações. As etapas realizadas neste estudo estão sintetizadas na **figura 13**.

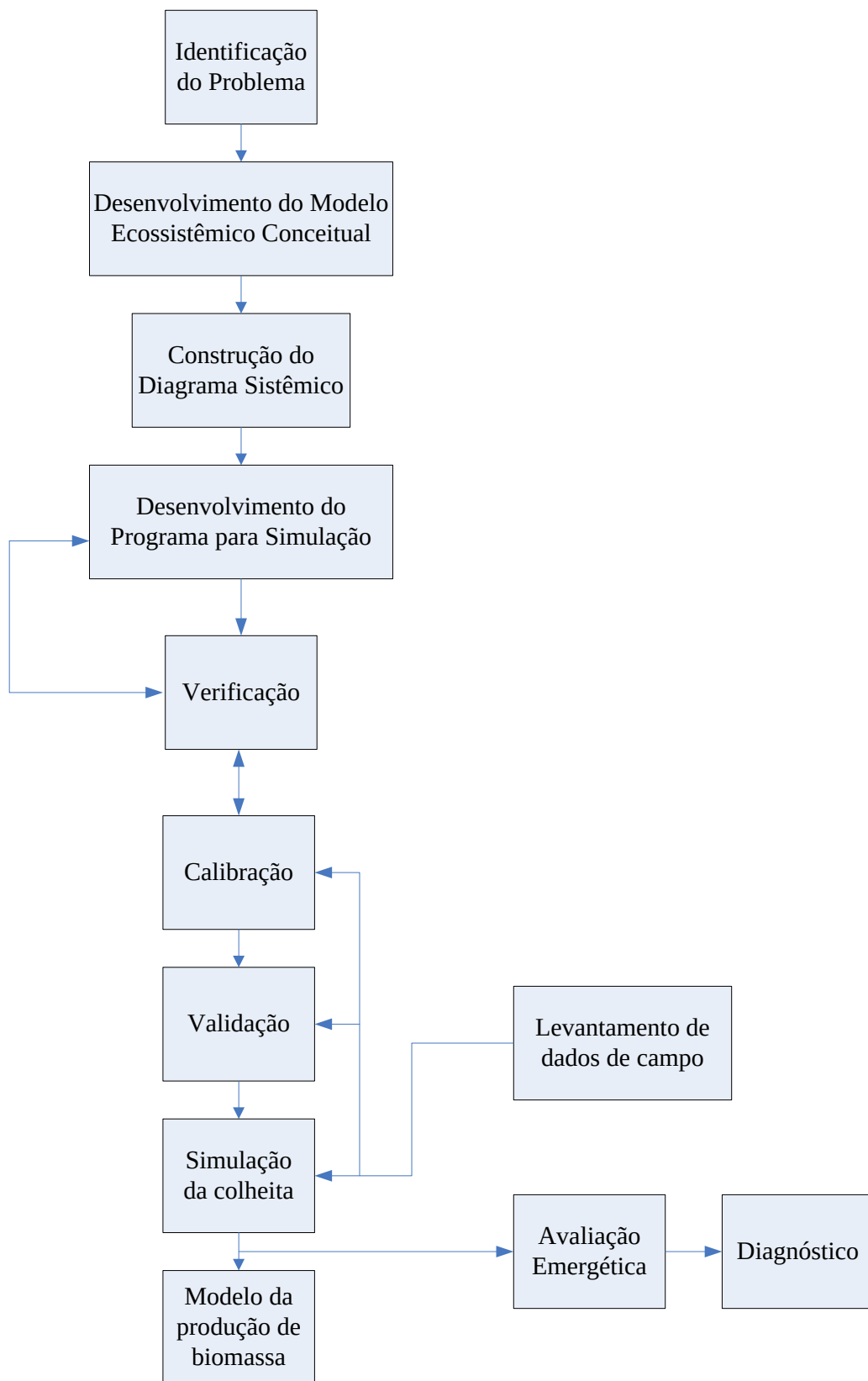


Figura 13. Etapas do trabalho de modelagem e simulação

Neste estudo os coeficientes das equações serão calibrados por aproximação contra dados científicos obtidos na literatura. Embora, muitas pesquisas já foram realizadas no Pantanal e muitas informações tenham sido produzidas e publicadas, a área de estudo delimitada requer pesquisas em campo focadas no crescimento da vegetação aquática, sua capacidade de remoção de nutrientes e seu deslocamento pelo rio Paraguai. Assim, a validação do modelo será realizada futuramente com dados obtidos nas áreas de estudo. O modelo validado permitirá a realização de projeções sazonais (cheia e seca) sobre a dinâmica da produção e da senescência de biomassa do aguapé e novas inferências sobre o nível de colheita que não influenciaria as funções ecossistêmicas da vegetação aquática em seu ambiente natural.

4.3.1 Descrição da construção do modelo

O diagrama do processo de crescimento do aguapé e remoção de nutrientes apresentado na **figura 14** com as respectivas equações para a quantificação dos fluxos indica: duas fontes de energia forçantes do processo de crescimento de biomassa, que são a energia solar e o pulso de inundação; três variáveis de estado representadas pelos estoques de biomassa de aguapé, nutrientes na coluna de água e nutrientes nos detritos formados pela biomassa senescente e um processo representado por uma caixa onde alguns elementos da cadeia alimentar (insetos, aves, peixes e jacarés) foram alocados.

O fósforo é o nutriente selecionado por ser usualmente considerado como um fator limitante em ambientes aquáticos. O estoque de nutrientes na coluna de água é composto por três fluxos: o aporte referente ao pulso de inundação, o fluxo decorrente da ressuspensão de nutrientes do sedimento e a ciclagem de nutrientes realizada pelos consumidores.

O pulso de inundação está representado com o estoque dos nutrientes que são carreados pelas águas. Embora o pulso de inundação seja um fenômeno complexo que envolve a movimentação de fluxos de água de norte a sul e leste a oeste com diferentes áreas de inundação influenciadas pela geomorfologia do Pantanal e pelos níveis de precipitação na borda do Pantanal e na planície de inundação, a representação matemática aqui adotada considera apenas a defasagem entre precipitação média mensal na Bacia do Alto Paraguai e altura do rio Paraguai em Ladário, que é a usual no Pantanal para verificação da onda de cheia.

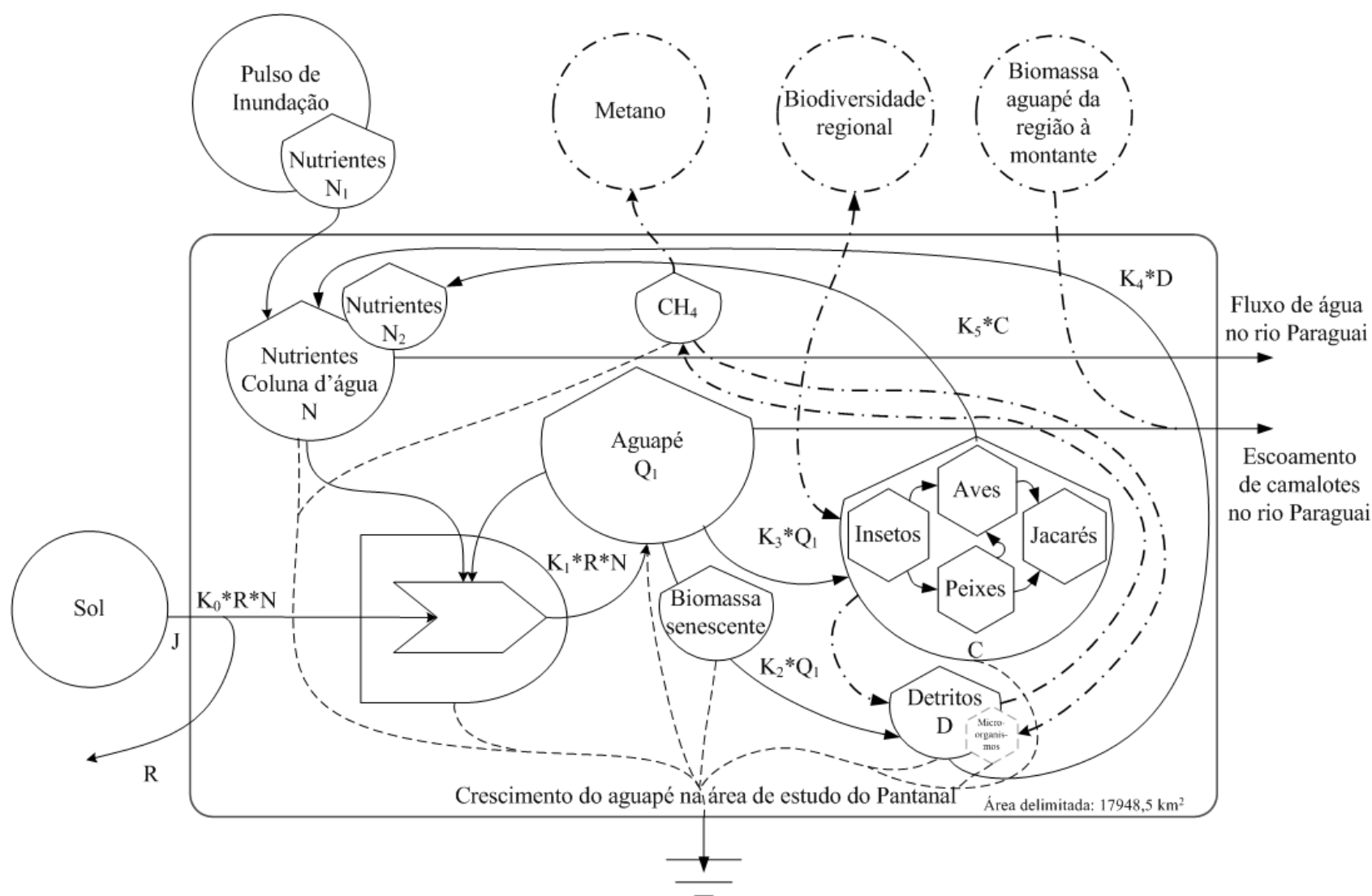


Figura 14. Diagrama do crescimento de aguapé e remoção de fósforo na área de estudo

O volume de controle utilizado para a modelagem é móvel em virtude da sazonalidade da inundação no Pantanal. O volume de controle máximo é a área total de estudo delimitada, 17.948,5 km² e o mínimo é 70 km² e compreende apenas o ambiente aquático. Tanto a quantidade de biomassa de vegetação aquática quanto a carga total de nutrientes e de detritos do sistema variam temporalmente de acordo com as variações do volume de controle.

Para este estudo, a defasagem considerada entre a precipitação média mensal na Bacia do Alto Paraguai e altura do rio Paraguai em Ladário foi de seis meses com base na observação do comportamento histórico destas variáveis (**figura 15**).

As médias de altura do rio Paraguai em Ladário foram obtidas sobre a série temporal obtida de informações disponibilizadas pelo 6º Distrito Naval da Marinha em Ladário – MS. As informações sobre precipitação média mensal foram obtidas de dados da Agência Nacional de Águas - ANA.

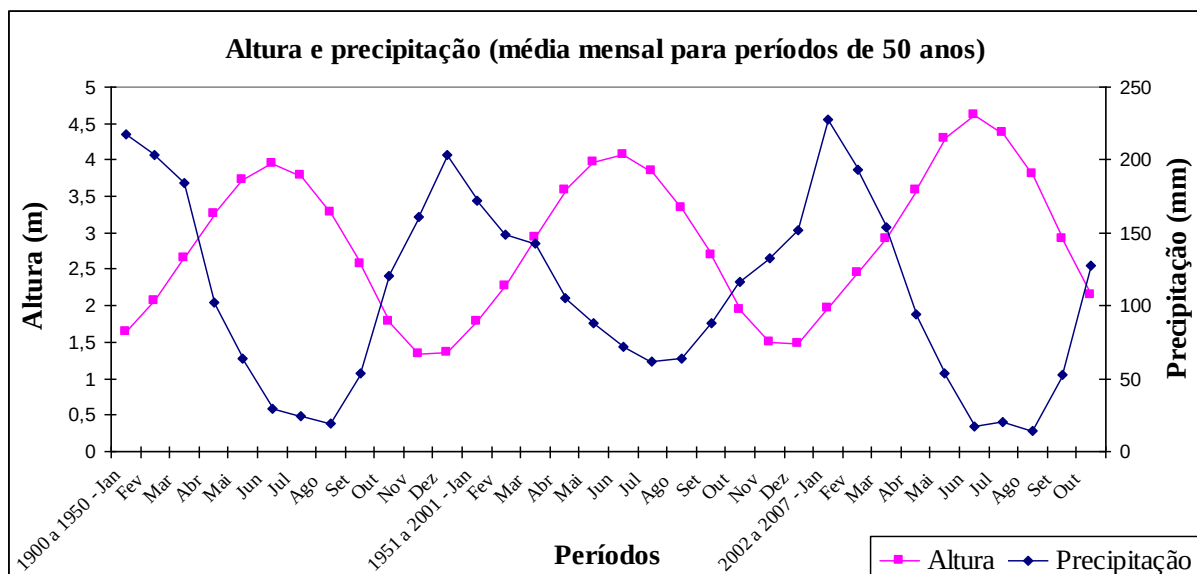


Figura 15. Defasagem entre a precipitação média mensal na Bacia do Alto Paraguai e altura do rio Paraguai em Ladário

Para cada linha de fluxo do diagrama foram colocadas as equações correspondentes com seus respectivos coeficientes e para cada variável de estado estabeleceu-se uma equação diferencial (**Tabela 3**) que representa a variação temporal dos estoques considerando todas as entradas e todas as saídas dos estoques.

Tabela 3: Equações diferenciais

Variável de estado	Fluxos de entrada	Fluxos de saída	Coefficientes	Equação diferencial
Q_1 (Biomassa de aguapé)	$k_1 * R * N$	$k_2 * Q_1$ $k_3 * Q_1$	k_1, k_2 e k_3	$\frac{dQ_1}{dt} = k_1 * R(t) * N(t) - k_2 * Q_1(t) - k_3 * Q_1(t)$
D (Detritos compostos por biomassa senescente)	$k_2 * Q_1$	$k_4 * D$	k_2 e k_4	$\frac{dD}{dt} = D(t_0) + k_2 * Q(t) - k_4 * D(t)$
N (Nutrientes na coluna de água)	$N_1, k_4 * D$ e $k_5 * C$	$k_1 * R * N$	k_1, k_4 e k_5	$\frac{dN}{dt} = N_1(t) + k_4 * D(t) + k_5 * C(t) - k_1 * R(t) * N(t)$

4.3.2 Descrição das variáveis de estado e atribuição de valores

Para modelar o comportamento do sistema e, posteriormente, proceder à simulação, inicia-se com a atribuição de valores aos estoques iniciais. Com estes valores pode-se estabelecer o valor dos fluxos e consequentemente o valor de seus respectivos coeficientes.

(a) Biomassa de aguapé (Q_1), figura 16: é a quantidade de biomassa produzida sazonalmente na área de estudo.

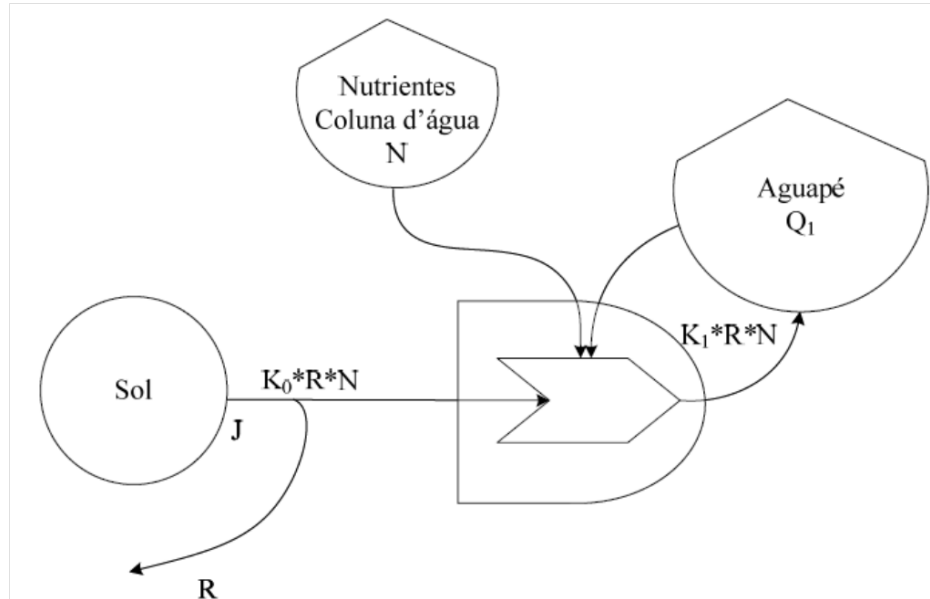


Figura 16. Destaque da parte do diagrama sistêmico correspondente à produção de biomassa

Esta quantidade foi determinada utilizando-se a **equação 1**.

$$Q_{ag} = A_{octr} * \%ag * d \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

Q_{ag} é a biomassa de aguapé em unidade de massa seca;

$A_{o\text{total}}$ é a área ocupada por macrófitas em unidade de área;

$\%ag$ é o percentual de aguapé contido no total de vegetação aquática;

d é a densidade mássica do aguapé em unidade de massa seca por unidade de área.

A área ocupada por aguapé foi calculada a partir da análise da cobertura vegetal por imagens de satélite na área de estudo delimitada realizada por Souza et al. (2011) que indica a ocupação territorial coberta por macrófitas em relação à altura do rio Paraguai em Ladário. A menor ocupação territorial por aguapé, equivalente ao período de seca, foi calculada a partir do valor de 70 km² para a cobertura permanente por macrófitas na área de estudo que, segundo Souza et al. (2011), é a área constantemente ocupada por plantas aquáticas. A maior ocupação ocorre na cheia e a quantidade de biomassa seca foi correlacionada com a altura do rio Paraguai em Ladário nos períodos de seca e de cheia a partir dos dados de Souza et al. (2011) apresentados na **figura 17**.

De modo geral, a ocupação por macrófitas na área delimitada é maior em função da altura do rio; o volume de biomassa aumenta quando a altura do rio é maior. A forçante do processo de produção de biomassa é o pulso de inundação que varia de magnitude com a precipitação e altera a altura do rio Paraguai.

O percentual considerado de cobertura da área total ocupada por plantas aquáticas da família *Pontederiaceae* foi de 70% com base em pesquisas de campo sobre a composição das ilhas flutuantes (Relatório final do Projeto MCT/CNPq/CT-ENERG-52 578084/2008-2, 2011). A densidade mássica utilizada foi de 2,0 kg MS.m⁻² (VIANNA et al., 2010). Onde se lê MS ao longo do texto, entenda-se massa seca.

Os cálculos dos valores de biomassa na cheia para a totalidade da área de estudo delimitada para os anos considerados estão apresentados na **tabela 4**.

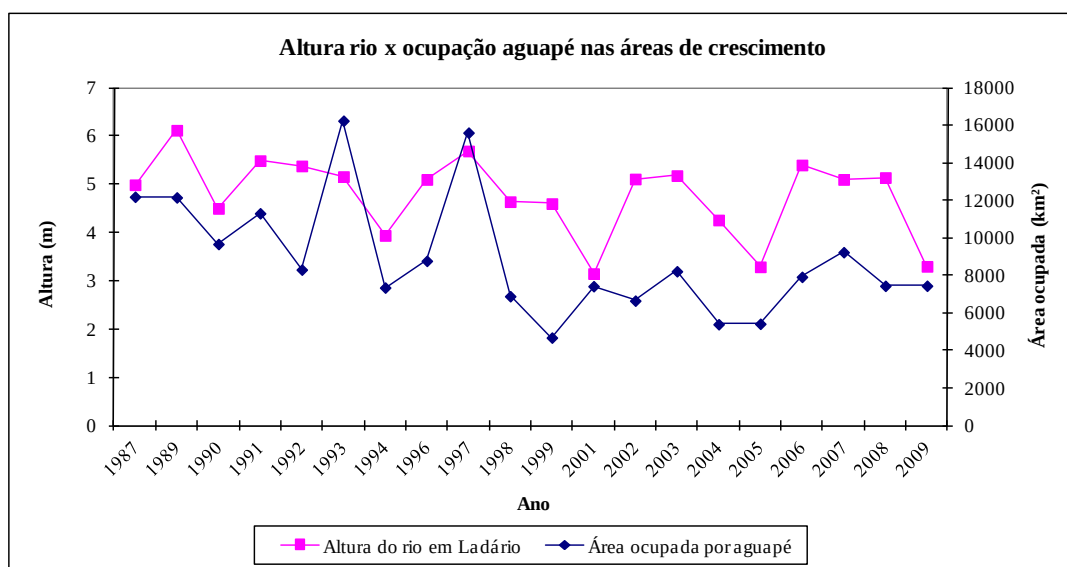


Figura 17. Área ocupada por plantas aquáticas e nível máximo do rio Paraguai em Ladário

Tabela 4: Cálculos da biomassa máxima de aguapé na área de estudo no mês da maior cheia usando a equação 1

Ano	Mês	Altura do rio (m)	Área ocupada (km²)	Área ocupada (m²)	Biomassa (ton MS)
1987	Jun	4,99	12191,4	1,22E+10	1,71E+07
1989	Mai	6,12	12157	1,22E+10	1,70E+07
1990	Jun	4,50	9673,7	9,67E+09	1,35E+07
1991	Mai	5,49	11311,3	1,13E+10	1,58E+07
1992	Jun	5,38	8310,4	8,31E+09	1,16E+07
1993	Mai	5,16	16243,9	1,62E+10	2,27E+07
1994	Jul	3,94	7353,3	7,35E+09	1,03E+07
1996	Jun	5,10	8776,8	8,78E+09	1,23E+07
1997	Mai	5,69	15608	1,56E+10	2,19E+07
1998	Jun	4,64	6893,4	6,89E+09	9,65E+06
1999	Jun	4,60	4687,9	4,69E+09	6,56E+06
2001	Jun	3,15	7427,9	7,43E+09	1,04E+07
2002	Mai	5,11	6656,2	6,66E+09	9,32E+06
2003	Jun	5,18	8222,9	8,22E+09	1,15E+07
2004	Jun	4,26	5400,4	5,40E+09	7,56E+06
2005	Jun	3,29	5424,2	5,42E+09	7,59E+06
2006	Jun	5,40	7924,4	7,92E+09	1,11E+07
Desvio Padrão					4,74E+06
Média					1,27E+07
Mínimo					6,56E+06
Máximo					2,27E+07
Coef. Variação					37,34%

Para o cálculo da variação sazonal de biomassa na área de estudo foram utilizados os dados de ocupação territorial por vegetação aquática na região das lagoas e terras inundadas adjacentes levantados por Souza et al. (2011). Souza et al. (2011) identificaram a área de ocupação permanente por plantas aquáticas no período da seca como sendo de 70 km². Os valores médios calculados em massa seca foram: para a época da cheia, 1,27x10⁷ ton MS; para a época de seca, 9,08x10⁴ ton MS e para a produção anual de biomassa, 7,68 x10⁷ ton MS.

A curva de produção média de biomassa foi aproximada por uma senoidal a partir do conhecimento dos valores mínimo, máximo e valor médio (que equivale à amplitude da senoidal) utilizando a **equação 2** sugerida por Odum e Odum (2000).

$$Y = V + R * \sin\left(6,28 * \frac{t}{f}\right) + /- s \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

Y é uma função senoidal ou $f(x) = \text{seno}(x)$;

V é a média dos valores da grandeza utilizada;

R é a valor máximo da variação da grandeza utilizada, ou seja, é o quanto a grandeza varia em relação à sua média (amplitude);

6,28 é o valor em radianos do ciclo senoidal completo;

t é a unidade de tempo utilizada (meses, dias etc.);

f é o período de tempo para o modelo em função da unidade de tempo utilizada, por exemplo, 1 (um) ano que significa 12 meses;

s é a variação calculada com o coeficiente de variação sobre o desvio padrão e média dos valores de cheia anual.

Para o crescimento da biomassa a unidade de tempo básica adotada é o mês e o período total contemplado, um ano, ou seja, a janela do modelo é de 12 meses. Esta unidade de tempo básica é a utilizada no modelo haja visto o interesse em avaliar a disponibilidade de biomassa e sua sazonalidade ao longo de um ano.

A **tabela 5** apresenta os valores de biomassa que foram calculados de acordo com a equação 2. O gráfico do crescimento sazonal da biomassa na área total de estudo, **figura 18**, apresenta a aproximação para o comportamento senoidal para um período de dois anos.

Tabela 5. Quantidade de biomassa calculada de acordo com a equação 2

Mês	Média	Máximo	Mínimo
Jan	3,23E+06	4,44E+06	2,03E+06
Fev	6,38E+06	8,76E+06	4,00E+06
Mar	9,53E+06	1,31E+07	5,97E+06
Abr	1,18E+07	1,63E+07	7,42E+06
Mai	1,27E+07	1,74E+07	7,96E+06
Jun	1,19E+07	1,63E+07	7,44E+06
Jul	9,58E+06	1,32E+07	6,00E+06
Ago	6,43E+06	8,83E+06	4,03E+06
Set	3,28E+06	4,50E+06	2,05E+06
Out	9,59E+05	1,32E+06	6,01E+05
Nov	9,81E+04	1,35E+05	6,15E+04
Dez	9,24E+05	1,27E+06	5,79E+05
Jan	3,22E+06	4,42E+06	2,02E+06
Fev	6,36E+06	8,74E+06	3,99E+06
Mar	9,52E+06	1,31E+07	5,96E+06
Abr	1,18E+07	1,63E+07	7,42E+06
Mai	1,27E+07	1,74E+07	7,96E+06
Jun	1,19E+07	1,63E+07	7,45E+06
Jul	9,59E+06	1,32E+07	6,01E+06
Ago	6,45E+06	8,86E+06	4,04E+06
Set	3,29E+06	4,52E+06	2,06E+06
Out	9,69E+05	1,33E+06	6,07E+05
Nov	9,82E+04	1,35E+05	6,16E+04
Dez	9,14E+05	1,26E+06	5,73E+05

Este modelo senoidal de estimativa de produção de biomassa é uma aproximação realizada neste estudo e ainda requer calibração dos valores adotados e adequação das equações utilizadas tanto do ponto de vista físico, para expressar melhor as relações ecológicas existentes, como do ponto de vista matemático que exige a inclusão de uma componente aleatória para refletir corretamente as variações interanuais. A calibração, verificação e validação do modelo demandam pesquisas adicionais.

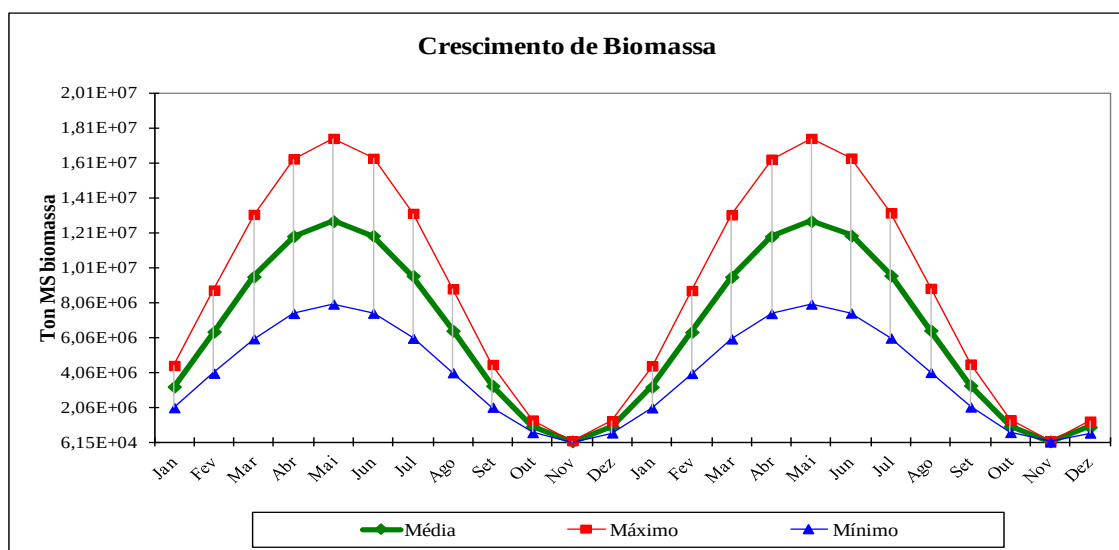


Figura 18. Crescimento sazonal da biomassa de aguapé na área total de estudo

(b) Detritos (D), figura 19: são materiais formados por biomassa senescente de aguapé que por ação microbiana se decompõem e formam o sedimento dos corpos d água.

A decomposição da matéria orgânica vegetal ocorre a partir de 3 (três) eventos: lixiviação, catabolismo e fragmentação (BITAR et al., 2002, apud GIMENES; CUNHA-SANTINO; BIANCHINI Jr., 2010, p. 1038). A lixiviação ocorre logo após a imersão das folhas na água e pode ocorrer rapidamente nas primeiras 24 horas; nesta fase rápida da decomposição a perda de massa pode alcançar 30% da massa inicial ou mais (GIMENES; CUNHA-SANTINO; BIANCHINI Jr., 2010). Nesta etapa existe intensa liberação da fração solúvel do tecido vegetal composta em parte por fosfato solúvel (ESTEVES, 1988).

Neste estudo, a quantidade de biomassa de aguapé que se transforma em detritos foi considerada sendo decorrente apenas da lixiviação e o valor considerado foi de 35% da biomassa produzida, valor observado por Mitsch (1975).

A biomassa de macrófitas aquáticas participa do metabolismo de sistemas aquáticos tanto através da cadeia de detritos como através da herbivoria que alcança 10% do total da biomassa (ESTEVES, 1988). Franceschini, Neiff e Galassi (2010) observaram que a biomassa removida por herbivoria de folhas de aguapé na região do Chaco na Argentina variou entre 13 e 26% dependendo da área estudada e da época do ano. Lodge et al. (LODGE et al., 1998, apud

FRANCESCHINI; NEIFF; GALASSI, 2010, p. 254) indicaram nível de herbivoria de 10% em suas pesquisas. Para este estudo o consumo de biomassa de aguapé por herbivoria foi considerado como sendo 10% da biomassa produzida.

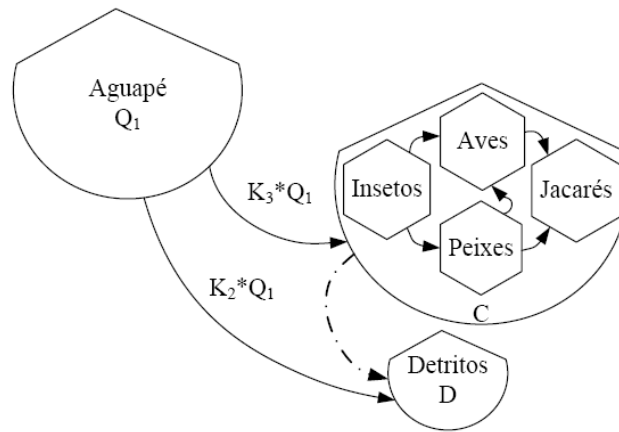


Figura 19. Destaque de parte do diagrama correspondente à produção de detritos e ao consumo de biomassa por herbivoria

(c) Fósforo na coluna de água (N), figura 20: o nutriente considerado neste estudo é o fósforo que se apresenta na forma de fosfatos. Os dados obtidos são relativos ao fósforo total e não ao ortofosfato que é a fração biodisponível.

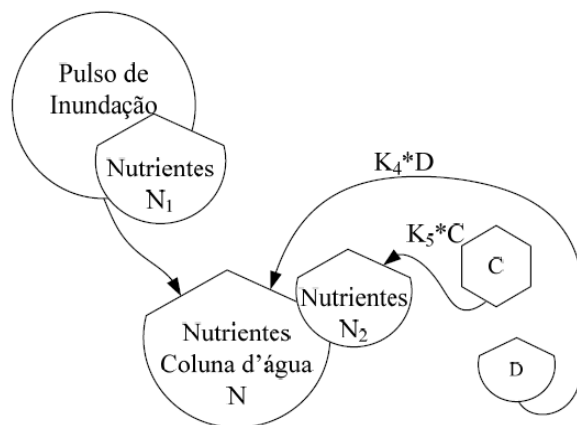


Figura 20. Destaque da parte do diagrama sistêmico correspondente ao balanço de fósforo no sistema

O estoque de fosfatos na coluna de água depende da entrada de nutrientes carreados pelo pulso de inundação (c.1), da entrada de nutrientes provenientes do metabolismo dos consumidores (c.2) e da devolução de nutrientes decorrentes da lixiviação dos tecidos vegetais senescentes (c.3).

(c.1) Os valores da entrada de fósforo total, N_1 , na área de estudo pelo pulso de inundação foram determinados a partir de estudos limnológicos e calculados como a soma das cargas de P nos afluentes do rio Paraguai a jusante da área delimitada indicados na **tabela 6**. Considerou-se que esta somatória das cargas de nutrientes dos afluentes é representativa da carga de nutrientes na área de estudo após comparação com as cargas observadas em 2002, ano de grande cheia, com máximo de 15,2 ton.dia⁻¹ em Porto Esperança, Mato Grosso do Sul, localizado à jusante da área de estudo e que inclui a contribuição do rio Taquari (BARRETO et al., 2005).

Tabela 6: Carga de fósforo total (PT) sazonal nos afluentes do rio Paraguai

	Referência	PT na cheia (ton.dia ⁻¹)	PT na seca (ton.dia ⁻¹)	PT na cheia (ton.mês ⁻¹)	PT na seca (ton.mês ⁻¹)
Rio Sepotuba	Silva et al., 2007	1,5	0,1	45,0	3,0
Rio Cabaçal	Silva et al., 2007	1,3	0,04	39,0	1,2
Rio Jauru (MT)	Silva et al., 2007	1,1	0,1	33,0	3,0
Rio Cuiabá	Mármora et al., 2005	4,3	1,0	129,0	30,0
Rio São Lourenço	Mármora et al., 2005	5,2	0,2	156,0	6,0
Rio Correntes	Moreira et al., 2007	0,4	0,1	12,0	3,0
Rio Paraguai (soma dos afluentes)		13,8	1,5	414,0	46,2

A variação sazonal de fósforo total foi equacionada como uma função senoidal a partir dos valores mínimo, máximo e da amplitude utilizando a **equação 2**. O valor mínimo utilizado foi 46,2 ton, o valor máximo foi 414,0 ton. O gráfico da carga sazonal de fósforo decorrente do aporte pelo pulso de inundação para a área total de estudo, apresentando comportamento senoidal, está apresentado na **figura 21**; o gráfico apresenta um período de 2 (dois) anos.

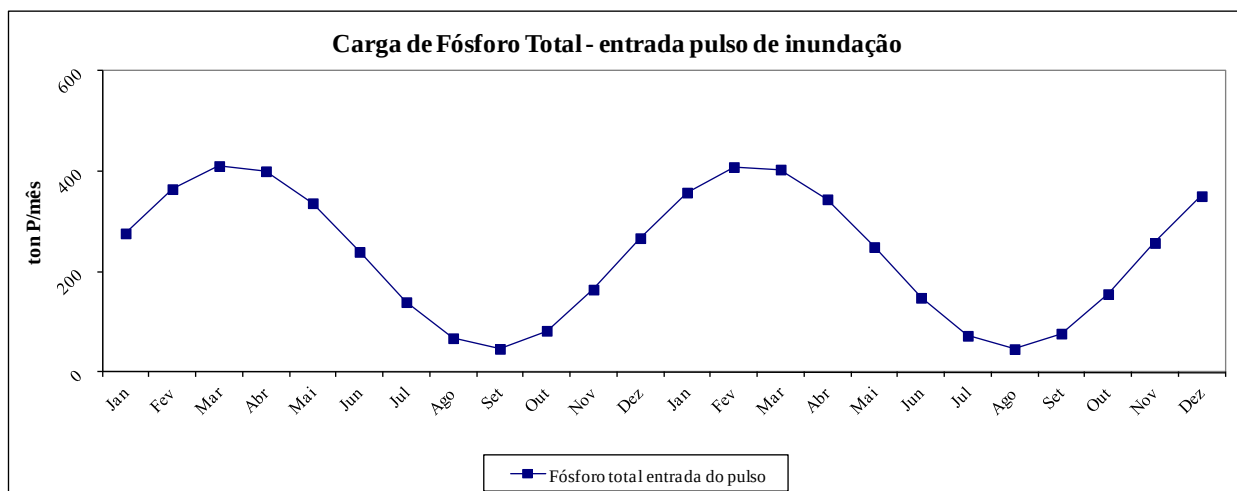


Figura 21. Curva sazonal da carga de fósforo total

(c.2) O volume de fósforo reciclado pelos consumidores, N_2 , foi aproximado pela quantidade ciclada pelos jacarés que são abundantes no Pantanal.

Os jacarés costumam defecar nos locais onde repousam para tomar sol e este comportamento leva a um acúmulo de nutrientes na borda de lagoas, especialmente durante a vazante e a seca, de tal modo que, no início da enchente este estoque de fezes contribui para elevar a concentração de nutrientes na água (NOGUEIRA et al., 2000 apud SILVA; NOGUEIRA; FREITAS, 2006, p. 11).

A estimativa da população de jacarés foi realizada sobre o estudo de Mourão et al. (2000) onde se obteve população média de jacarés de 8,82 indivíduos.km⁻² na região da área de estudo delimitada. O total para os 17.948,5 km² é de 158.306 indivíduos.

Os estudos de Silva, Nogueira e Freitas (2006) realizados em um sistema lacustre do Pantanal na sub-região de Poconé indicaram que uma população de jacarés de 1000 indivíduos depositou 10 kg de fezes na borda de uma lagoa estudada durante o período de seca, que houve uma contribuição de 27×10^{-7} kg de fósforo por jacaré por dia e o peso corporal de um jacaré foi estimado em 16,07 kg. Os autores indicam que a contribuição de nutrientes ciclados pelos jacarés foi importante na estimulação da produtividade da lagoa estudada e que foi fator responsável pela eutrofização temporária do sistema durante a seca.

Assim, considerando os valores de Silva, Nogueira e Freitas (2006), a estimativa da biomassa **C** de consumidores representada pelos jacarés para a área de estudo delimitada é de

2.543,97 ton MF e a contribuição de fósforo ciclado pelos jacarés a esta área é de $0,427 \text{ kg.dia}^{-1}$, o que representa 0,0128 ton de fósforo por mês na seca. Considerou-se para efeito de cálculos que na cheia ocorreria a mesma contribuição de fósforo ao sistema. Onde se lê MF ao longo do texto, entenda-se massa fresca.

(c.3) Neste estudo considerou-se que 70% do fósforo contido na biomassa lixiviada na fase inicial da decomposição retornam para a coluna de água re-abastecendo o estoque de nutrientes. Este valor foi estimado considerando-se também as observações experimentais de Reddy e DeBusk (1987) que indicam que 30% da carga de fósforo de um leito construído cultivado com aguapé são imobilizadas no sedimento.

4.3.3 Descrição dos fluxos, dos coeficientes e atribuição de valores

Os fluxos representam as transferências de energia ou matéria e são proporcionais à quantidade em estoque ou à intensidade da fonte que os produz.

A **tabela 7** apresenta os fluxos e os estoques iniciais utilizados no modelo de crescimento de aguapé para a obtenção dos coeficientes das equações para o estado estacionário do sistema. Na sequência, apresenta-se a descrição dos fluxos e o detalhamento da atribuição de valores e das considerações realizadas para os cálculos.

J_0 é o fluxo de energia solar; corresponde à energia solar utilizada no processo fotossintético. **R**, o albedo, corresponde à parte desta energia que não é assimilada na produção primária. O valor do albedo, 6% para a área de estudo, foi obtido no site <http://eosweb.larc.nasa.gov> considerando-se as seguintes coordenadas geográficas: 18° S e $57,9^\circ \text{ W}$.

J_1 é o fluxo de produção de biomassa na área de estudo por unidade de tempo. É função da carga de nutrientes existente no meio e da utilização de energia solar. O valor do fluxo foi estabelecido como a média entre os valores máximo e o mínimo de biomassa existente na área de estudo obtidos conforme descrito no item **4.3.2 (a)**.

J_2 é o fluxo de produção detrital, ou seja, é o fluxo de biomassa de aguapé que se decompõe e alimenta o estoque de detritos. Este fluxo é função da quantidade de biomassa de aguapé

disponível. O valor do fluxo foi estabelecido em 35% do valor do fluxo J_1 conforme consideração descrita no item **4.3.2 (b)**. O estoque inicial de detritos, **D**, foi considerado como zero.

J_3 é o fluxo de consumo de biomassa de aguapé por herbivoria. Este fluxo é função da quantidade de biomassa de aguapé disponível e foi estabelecido em 10% do valor do fluxo J_1 conforme consideração descrita no item **4.3.2 (a)**.

J_4 é o fluxo relacionado à realimentação de nutrientes à coluna de água a partir da biomassa de aguapé lixiviada. Este fluxo é função da quantidade de biomassa de aguapé transformada em detritos. Está calculado como um valor proporcional à biomassa transformada em detritos considerando que 70% do conteúdo de fósforo da biomassa retornam ao sistema conforme descrito no item **4.3.2 (c.3)**.

J_5 é o fluxo de fósforo reciclado pelos consumidores no sistema. É função da quantidade de biomassa de consumidores, **C**, que foi representada apenas pelos jacarés. Os cálculos e as considerações para os valores do fluxo e da biomassa de consumidores estão descritos no item **3.3.2 (c.2)**.

O estoque inicial de biomassa de aguapé Q_1 foi obtido da curva de crescimento sazonal senoidal cuja construção foi detalhada no item **4.3.2 (a)** para o primeiro mês considerado na simulação realizada. O estoque inicial de fósforo **N** foi representado pela média dos valores máximo e mínimo do aporte de fósforo pelo de inundação calculados conforme descrito no item **3.3.2 (c.1)**.

Foram utilizados valores numéricos do estado estacionário do sistema para o cálculo dos coeficientes das equações diferenciais que correspondem aos processos estudados que são: produção de biomassa de aguapé, senescência da biomassa e remoção de fósforo pelo aguapé.

Os coeficientes foram calculados a partir das equações dos fluxos, do conhecimento de seus valores e dos valores dos estoques conforme as equações definidas na **tabela 8**. Os valores ajustados com a calibração do modelo também estão listados.

Tabela 7: Fluxos e estoques iniciais para o modelo de crescimento do aguapé

Fluxos e estoques	Descrição	Valor	Unidade
J_0	Energia solar	100	%
$R = J_0/(1+k_0*N)$	Albedo	6	%
$J_1 = k_1*R*N$	Biomassa produzida de aguapé	8,00E+06	ton MS aguapé/mês
$J_2 = k_2*Q_1$	Biomassa convertida em detritos	2,80E+06	ton MS aguapé/mês
$J_3 = k_3*Q_1$	Biomassa consumida por herbivoria	8,00E+05	ton MS aguapé/mês
$J_4 = k_4*D$	Biomassa que contribui para a reciclagem de fósforo para a coluna de água	1,96E+06	ton MS aguapé/mês
$J_5 = k_5*C$	Reciclagem de fósforo pelos consumidores	0,0128	ton P/mês
Q_1	Estoque de biomassa de aguapé	4,07E+06	ton MS aguapé
N	Estoque de fósforo total na coluna de água	230,10	ton P
D	Estoque inicial de detritos	0	ton detritos
C	Estoque de biomassa de consumidores	2543,97	ton MF jacarés

Tabela 8: Coeficientes de transferência para os processos do sistema

Coeficiente	Descrição	Equação para cálculo	Valor Calculado	Valor Ajustado
k_0	Coeficiente relativo ao uso de energia solar	$k_0 = J_0/(R*N)$	0,06808	0,05000
k_1	Coeficiente relativo à produção de biomassa	$k_1 = J_1/(R*N)$	31000	-----
k_2	Coeficiente relativo à conversão de biomassa em detritos	$k_2 = J_2/Q_1$	0,68730	0,35000
k_3	Coeficiente relativo ao consumo de biomassa por herbivoria	$k_3 = J_3/Q_1$	0,19637	0,10000
k_4	Coeficiente relativo à reciclagem de P ao sistema a partir dos detritos	$k_4 = J_4/D$	0	0,70000
k_5	Coeficiente relativo à reciclagem de P ao sistema a partir do metabolismo dos consumidores	$k_5 = J_5/C$	0,00001	-----

4.4 Calibração e Simulação Computacional

O modelo foi calibrado sobre a quantidade de fósforo incorporado na biomassa total produzida. O ajuste dos coeficientes foi realizado em planilha de cálculos até a obtenção de valor para o fósforo incorporado na biomassa produzida igual ao valor experimental de fósforo contido na biomassa. A planilha de cálculos gera dados de saída de quantidades de fósforo em diferentes compartimentos do sistema estudado: biomassa no sistema, biomassa exportada, coluna de água, detritos e consumido por herbívoros.

O fluxograma (**figura 22**) do método iterativo utilizado para a observação e simulação do comportamento das variáveis de estado indica as etapas dos cálculos. A partir deste algoritmo, foi desenvolvido um programa na linguagem de programação “*True Basic*” Bronze versão 5.5 para Windows para Simulação Computacional (**Apêndice B**).

O ponto de partida para a simulação computacional foi o cálculo dos incrementos de estoque de biomassa de aguapé ao longo do tempo, dQ_1/dt . Com o valor dos incrementos obteve-se a remoção de fósforo pelo aguapé ao longo do tempo e consequentemente os incrementos no estoque de fósforo no sistema, dN/dt . O volume de fósforo alimentado ao sistema pelo pulso de inundação, N_1 , foi obtido a partir da **equação 2** conforme descrito no item **4.3.2 (c.1)**. O volume de fósforo reciclado para a coluna de água através do metabolismo dos consumidores, N_2 , foi considerado constante ao longo do tempo conforme calculado e descrito no item **4.3.2 (c.2)**.

A partir dos valores obtidos para a remoção de fósforo pelo aguapé e para o estoque de fósforo na coluna de água, foram calculados os valores equivalentes em fósforo dos fluxos de biomassa da produção detrital, do consumo por herbivoria e da ressuspensão a partir dos detritos. Deste modo foi possível a elaboração de uma análise do comportamento dos níveis de fósforo no sistema e, foi possível obter valores de fósforo removido pelo aguapé total produzido e valores para a efetiva incorporação de fósforo pelo aguapé, deduzindo, neste último, as quantidades cicladas no sistema na formação de detritos e no consumo pelos herbívoros. Como a ocupação por aguapé na área de estudo apresenta relação diretamente proporcional com a altura do rio Paraguai em Ladário (SOUZA et al., 2011), a simulação poderia ser realizada para projeção de altura do rio diferente do valor com o qual o modelo foi elaborado. A entrada de um valor diferente da altura do rio geraria uma variação correspondente na produção de biomassa e também na carga de fósforo aportado pelo pulso de inundação.

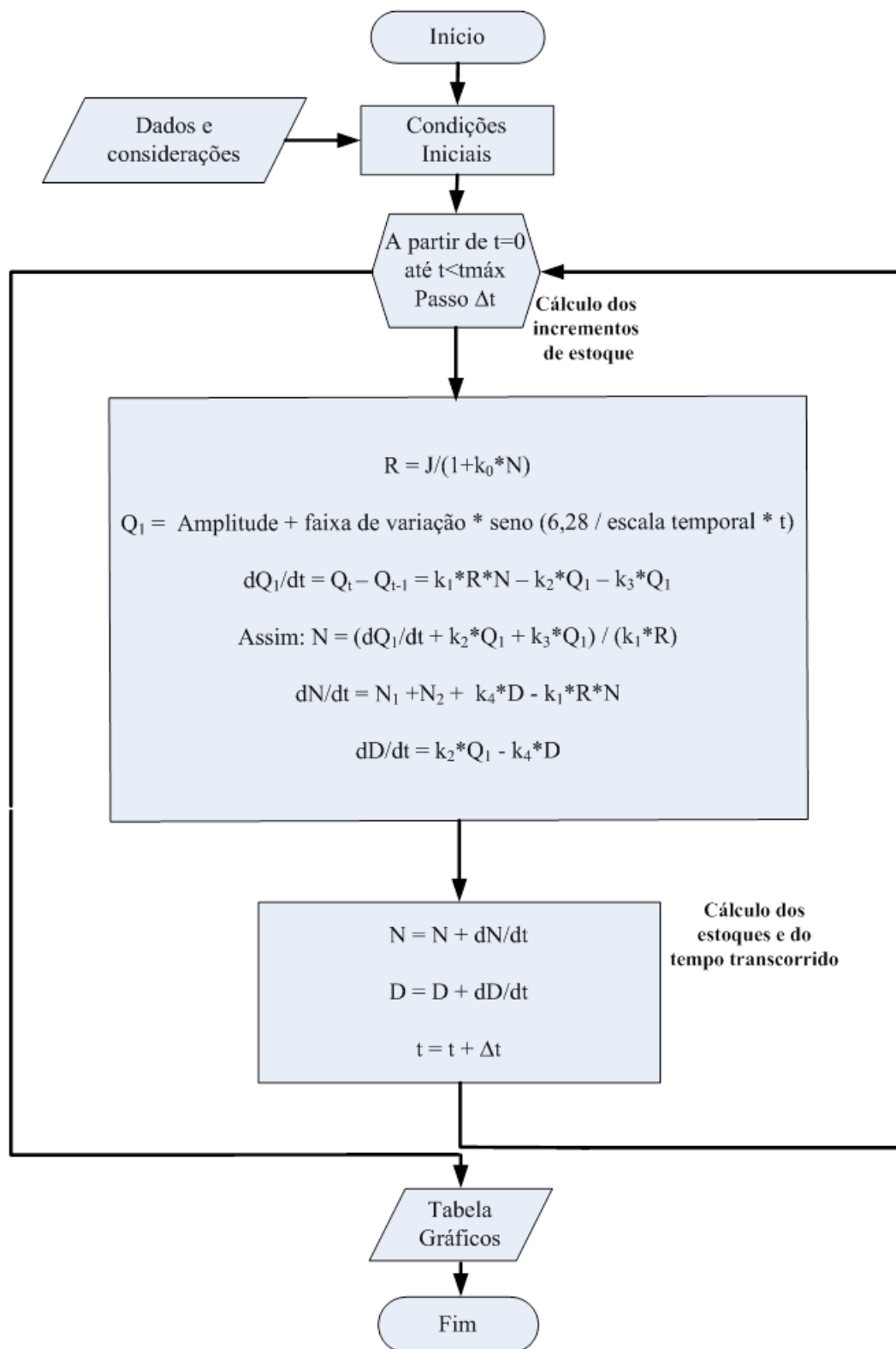


Figura 22. Fluxograma do cálculo iterativo

4.5 Dados experimentais utilizados para o desenvolvimento do modelo

Esta pesquisa está estritamente relacionada ao projeto “Produção de biocombustíveis a partir de ilhas flutuantes de biomassa em planícies de inundação do Brasil: estudo de caso no Pantanal – MCT/CNPq/CT-ENERG52”. A descrição das metodologias de coleta de dados em campo está detalhada no mesmo.

Dados de sensores remotos usando a série temporal de Landsat-5/TM foram utilizados para as análises de variabilidade interanual e identificação de áreas permanentemente ocupadas por vegetação aquática flutuante nas sub-regiões do Pantanal de interesse da planície de inundação do Rio Paraguai (SOUZA et al., 2011). Dados sobre a quantidade de biomassa dos camalotes escoados foram baseados em estudos anteriores de Ramires (1993) e em filmagens contínuas de seu escoamento pelo Rio Paraguai no Porto de Corumbá contemplando um período de dois anos (VIANNA et al., 2010) e que ainda estão em fase de compilação. Informações qualitativas foram obtidas de análises da composição e caracterização química elementar das espécies vegetais; o valor experimental de fósforo contido na biomassa foi obtido nas análises de caracterização química e estrutural da biomassa de aguapé conduzidas no Laboratório Multiusuário da Embrapa Pantanal. Foram levantadas informações em campo sobre as espécies vegetais das ilhas flutuantes e sobre a fauna associada aos camalotes, que permite inferir sobre a cadeia alimentar (CASTRO et al., 2010; 2011).

4.6 Avaliação Emergética

A Avaliação Emergética permite avaliar a renovabilidade, a energia líquida de um sistema, a carga ambiental e a relação de troca entre sistemas; pode ser realizada em cinco etapas, a seguir identificadas:

(Etapa 1) Identificação, medição e classificação dos fluxos energéticos de entrada e dos estoques do sistema em estudo.

(Etapa 2) Identificação e quantificação dos fluxos energéticos de saída do sistema em estudo.

(Etapa 3) Conversão destes valores em fluxos de energia solar, mediante a multiplicação pelos fatores de conversão de energia (transformidade, energia específica ou dólares emergéticos).

(Etapa 4) Obtenção dos índices emergéticos.

(Etapa 5) Interpretação dos índices emergéticos, que possibilita identificar onde esforços devem ser feitos para melhorar o desempenho do sistema e propor inovações.

Os índices emergéticos de interesse calculados neste estudo estão descritos a seguir.

(a) Transformidade (TR) é definida como a razão entre a emergia por unidade de energia disponível (exergia), ou seja, a energia incorporada sobre a energia produzida, sendo, portanto, o valor inverso da eficiência ecossistêmica, avalia a intensidade de energia produzida pelo sistema.

(b) Renovabilidade (%R), razão entre a emergia dos recursos renováveis e a emergia total usada no sistema, é entendida como a medida da sustentabilidade.

(c) Índice de Intercâmbio Emergético (EER), proporção entre a emergia recebida e a emergia fornecida em uma transação, permite avaliar se a troca está equilibrada, se o que se recebe é suficiente para cobrir os serviços da natureza utilizados pelo sistema e se há benefício ou não no intercâmbio de emergia com o mercado.

(d) Índice de Investimento Emergético (EIR), razão entre os recursos valorados provenientes da economia e a emergia dos recursos renováveis e não renováveis da natureza (“gratuitos”), é uma medida da viabilidade econômica e permite avaliar se um processo utiliza bem a emergia investida e quanto investimento econômico é necessário para realizar a produção.

(e) Razão de Carga Ambiental (ELR), mede a proporção entre a utilização de recursos não-renováveis e renováveis, é uma medida da pressão que um processo exerce sobre o ambiente e permite avaliar o estresse ecossistêmico.

(f) Índice de Rendimento Emergético (EYR), razão entre a emergia total e a emergia das entradas provenientes da economia, é uma medida da emergia líquida obtida da natureza pelo investimento realizado, permite avaliar o benefício líquido do sistema e a potencial contribuição do processo à economia em virtude da exploração dos recursos locais.

Neste estudo utilizou-se a metodologia emergética modificada (ORTEGA et al., 2005) que difere da metodologia emergética clássica (ODUM, 1996) pela inclusão de índices de renovabilidade no cálculo dos fluxos de emergia, permitindo assim, segregar a emergia em suas frações renováveis e não renováveis. Esta metodologia modificada permite a identificação das parcelas renováveis e não renováveis dos fluxos de materiais, serviços e mão-de-obra. Na avaliação emergética, um dos itens que confere uma melhor performance a um sistema é o maior

uso de materiais e serviços renováveis. A metodologia modificada por Ortega et al. (2005) permite que seja evidenciada a visão de significantes forças externas ao sistema estudado que não são consideradas na avaliação emergética clássica.

4.6.1 Avaliação emergética do sistema de produção natural de biomassa

O modelo sistêmico para a avaliação emergética da produção natural de biomassa de aguapé (**Figura 12**) apresenta as entradas e as saídas do sistema que foram consideradas. A **tabela 9** apresenta os valores dos fluxos de energia correspondentes às entradas consideradas para a avaliação que foram divididas em entradas da atmosfera e entradas da bacia.

Tabela 9: Tabela emergética do sistema de produção natural de biomassa: entradas

	Entradas Recursos Naturais Renováveis - R	Fluxo	Unid.	Energia (seJ/ano)	%	Energia (Em\$/ano)
	Entradas da atmosfera			6,95E+21	5	5,89E+08
R1	Energia solar	1,40E+20	J/ano	1,40E+20	0,1	1,19E+07
R2	Vento, energia cinética	1,22E+18	J/ano	3,07E+21	2,2	2,60E+08
R3	Chuva, potencial químico	1,19E+17	J/ano	3,63E+21	2,6	3,08E+08
R4	Chuva, energia potencial	6,59E+15	J/ano	1,16E+20	0,1	9,84E+06
	Entradas da bacia			1,32E+23	95,0	1,12E+10
R5	Fósforo (pulso + rio)	2,63E+06	kg/ano	1,28E+23	92,5	1,09E+10
R6	Fluxo de água, potencial químico	1,96E+16	J/ano	1,60E+21	1,2	1,35E+08
R7	Fluxo de água, energia potencial	4,08E+16	J/ano	1,91E+21	1,4	1,62E+08
	Energia Total			1,39E+23	100	1,17E+10
	Soma maior contribuição da atmosfera e entrada de P			1,32E+23		1,12E+10

O fluxo de energia utilizado para os cálculos da intensidade emergética da biomassa produzida naturalmente pelo sistema é aquele que representa a maior contribuição da natureza para evitar dupla contagem emergética uma vez que os processos naturais são interconectados. Neste caso, utilizou-se a maior contribuição das entradas atmosféricas, ou seja, o potencial químico da chuva somado à maior contribuição das entradas da bacia, ou seja, a entrada de fósforo com o pulso de inundação.

A atribuição de valores aos fluxos e o demonstrativo dos cálculos encontram-se no memorial de cálculos do **Apêndice C**.

A avaliação de cenários de produção de biomassa, exportação e colheita foi realizada por meio de uma matriz de análise desenvolvida pela autora mediante uma severa adaptação e releitura da análise SWOT (*Strengths, Weaknesses/Limitations, Opportunities, Threats*), uma técnica muito utilizada em planejamento estratégico corporativo e creditada a Albert Humphrey.

4.6.2 Avaliação emergética da produção de bio-óleo e bio-carvão a partir de aguapé

Utilizando a metodologia emergética foi elaborada também a avaliação dos produtos derivados da termoconversão de biomassa pelo processo de pirólise rápida de biomassa.

O diagrama sistêmico geral do processo de pirólise rápida de biomassa, **figura 23**, descreve o processo sistêmico de produção de bio-óleo e finos de carvão com as necessárias entradas externas e os fluxos financeiros envolvidos.

O fluxograma do processo produtivo consta da **figura 24** e o diagrama detalhado do processo produtivo está na **figura 25**.

A destinação dos produtos obtidos pode ocorrer de 3 modos, conforme demonstrado na **figura 25**: gaseificação do bio-óleo para obtenção do gás de síntese (combustível), produção de briquetes a partir do pó de carvão e produção de fertilizante a partir da mistura do bio-óleo e do bio-carvão.

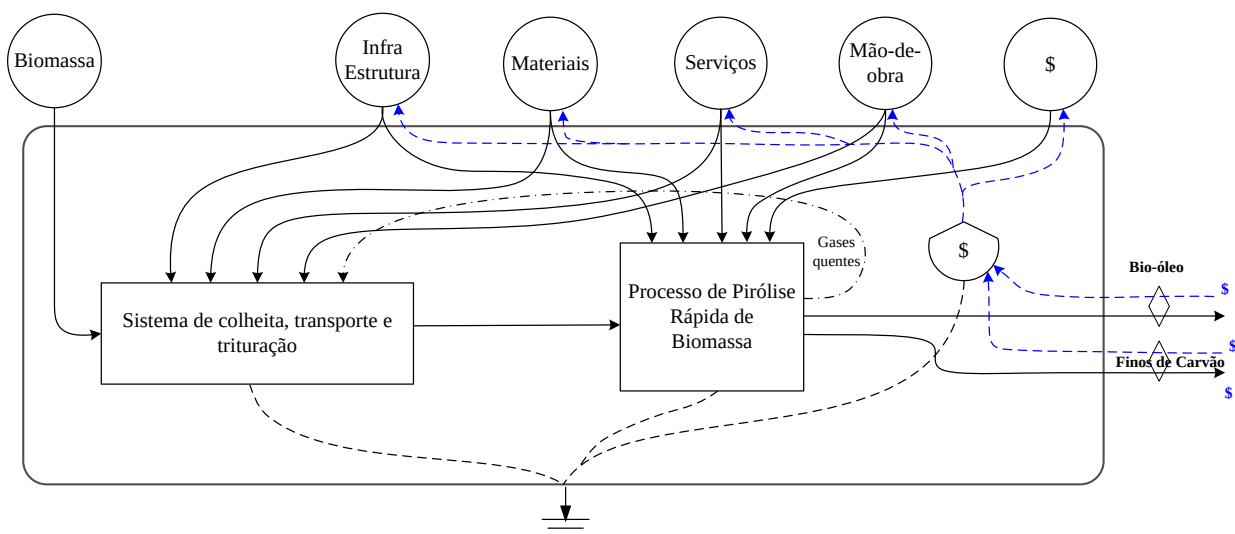


Figura 23. Diagrama geral do processo de produção de bio-óleo e de bio-carvão

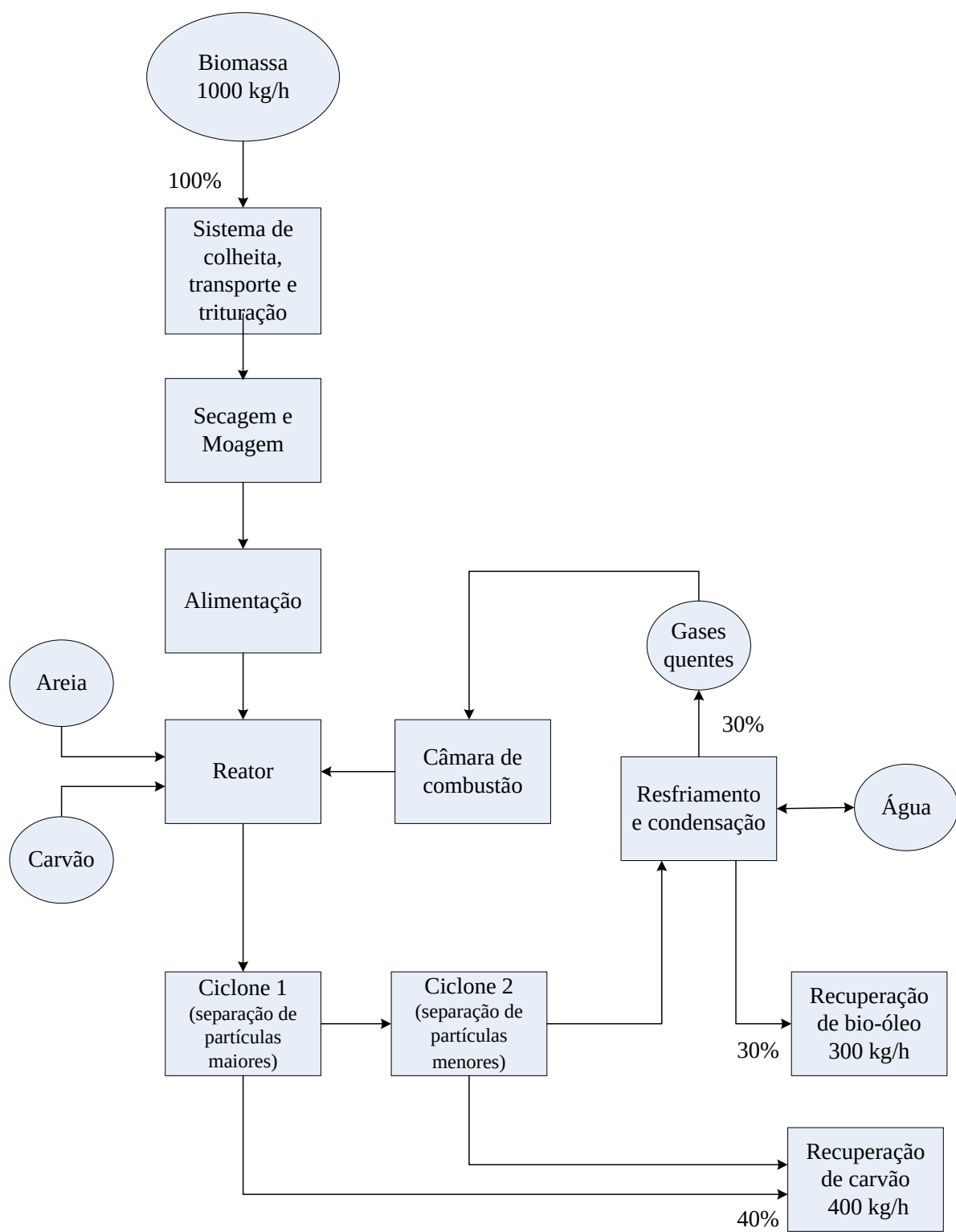


Figura 24. Fluxograma geral do processo de pirólise rápida de biomassa

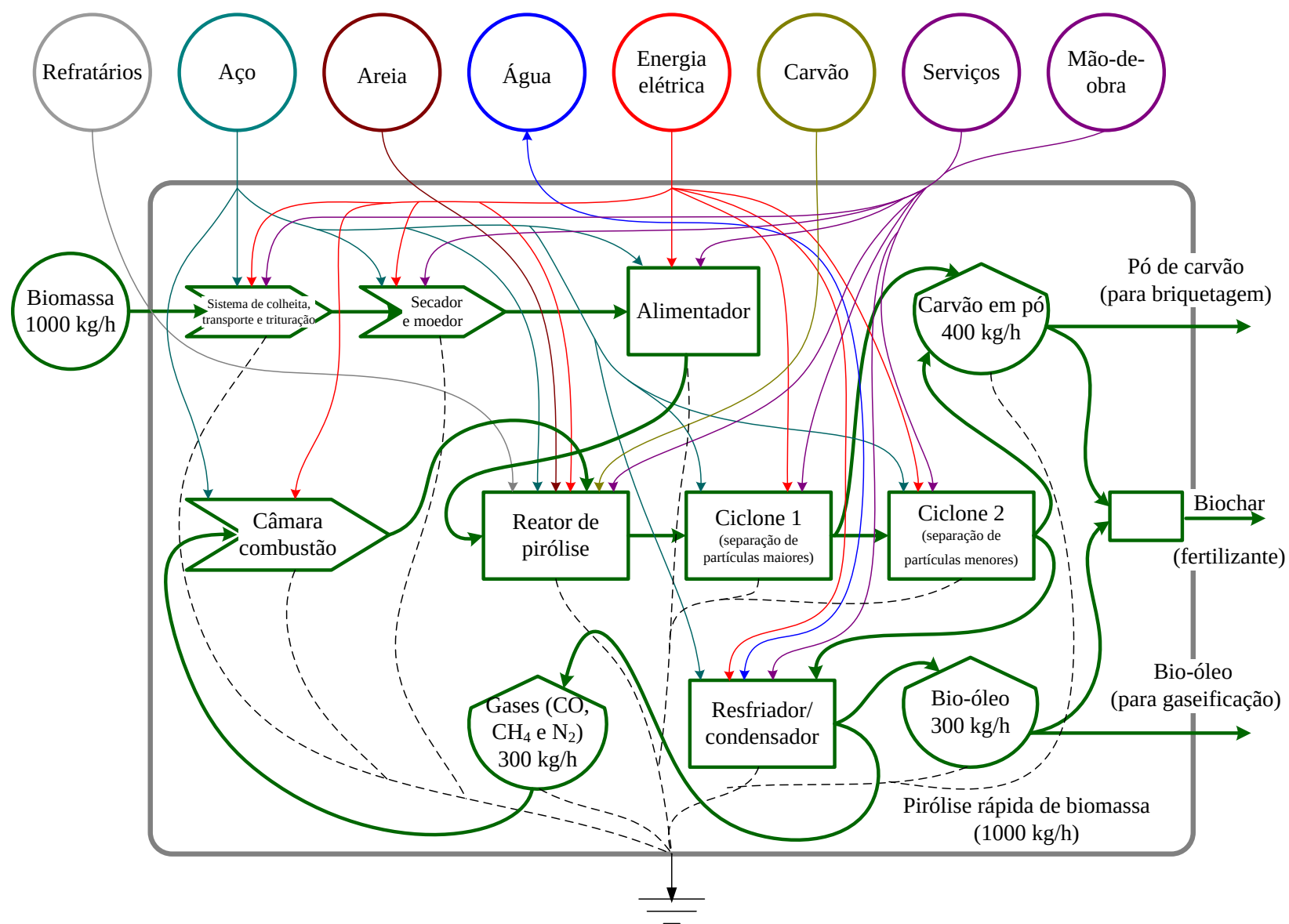


Figura 25. Diagrama detalhado do processo de pirólise rápida de biomassa para obtenção de bio-óleo e bio-carvão

Para os cálculos emergéticos, os itens de entrada utilizados na contabilização dos fluxos estão apresentados na **tabela 10**. A atribuição dos valores de fluxos e o demonstrativo dos cálculos encontram-se no memorial de cálculos no **Apêndice D**.

Tabela 10: Itens contabilizados para a avaliação emergética da produção de bio-óleo e de bio-carvão

Recursos Naturais Renováveis - R	
R1	Biomassa de aguapé
R2	Água (proveniente do rio para o sistema resfriamento)
R3	Carvão (pré-aquecimento)
R4	Areia
Recursos da Economia	
Materiais – M	
Infra-estrutura	
M1	Aço para construção civil
M2	Cimento para construção civil
Equipamentos e Maquinário	
M3	Aço do sistema de colheita e trituração
M4	Aço do sistema de alimentação e reator
M5	Aço dos ciclones
M6	Aço do sistema de recuperação de bio-óleo
M7	Aço do sistema de coleta de bio-óleo e carvão
M8	Aço da câmara de combustão
Materiais	
M9	Refratário
Insumos	
M10	Energia Elétrica
Serviços – S	
S1	Mão-de-obra especializada: 1 técnico
S2	Mão-de-obra operacional: 2 operadores mantenedores
S3	Mão-de-obra operacional: 1 assistente
S4	Manutenção mecânica
Serviços Adicionais – SA	
S5	Pagamento do principal sobre empréstimos
S6	Pagamento de juros sobre empréstimos
S7	Impostos e taxas sobre serviços públicos
Externalidades	
	Emissões gasosas da produção
	Resíduos sólidos da produção
	Efluentes
	Ruídos

4.7 Avaliação econômica da produção de bio-óleo e de bio-carvão a partir de aguapé

A administração financeira possui três áreas de decisão: investimentos, financiamentos e utilização do lucro. Utilizaram-se métodos de análise financeira descritos por Matarazzo (2003). Os índices calculados neste trabalho que permitem a verificação da decisão de investimento estão descritos a seguir:

- (a) Taxa de Lucratividade, razão entre o lucro operacional e a receita (vendas), onde, lucro operacional é o valor da receita abatido do custo operacional; é uma medida da eficácia de curto prazo do empreendimento que apóia a gestão interna;
- (b) Coeficiente de Rotatividade do Capital, razão entre o valor da receita e o valor do ativo total que é composto pela soma do imobilizado (investimento para a alocação de capital permanente na base técnica) e do ativo circulante (capital de giro ativo ou fundos de curto prazo de natureza operacional); é uma medida da “produtividade” do capital;
- (c) RSI (Retorno sobre Investimento), razão entre o lucro líquido após o pagamento de juros e impostos e o valor do ativo total que mede o grau de maximização do investimento realizado e o risco ou incerteza, isto é, oscilações possíveis sobre o retorno esperado;
- (d) *Pay-back* ou Período de Recuperação do Investimento, é a razão entre o investimento total inicial e o fluxo médio de caixa gerado pelo investimento; é um coeficiente de período (tempo) para a recuperação do capital investido.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Produção natural de biomassa de aguapé nas baías e margens do rio Paraguai

5.1.1 Simulação computacional do crescimento do aguapé e da remoção de fósforo

Com o conjunto de equações diferenciais e os valores de fluxos e estoques, detalhados no **item 4**, foi desenvolvida uma planilha de cálculos, por método iterativo, para o ajuste dos valores dos coeficientes. O mesmo conjunto de equações e valores foi usado no programa desenvolvido em *True Basic* (**Apêndice B**). Tanto a planilha como o programa foram usados para simular o crescimento do aguapé e a remoção de fósforo.

A simulação do modelo desenvolvido gera dados sobre os níveis médios sazonais de fósforo total no sistema. Convém recordar que os valores de fósforo correspondem ao fósforo total no

sistema estudado e não à fração biodisponível do fósforo, que seria o ortofosfato, por ausência de informações precisas sobre os níveis desta fração.

Na **figura 26** observam-se as curvas do nível de fósforo total que entra no sistema com o pulso de inundação, o nível de fósforo na coluna de água após a remoção pelo crescimento do aguapé e a quantidade de fósforo removido pelo aguapé.

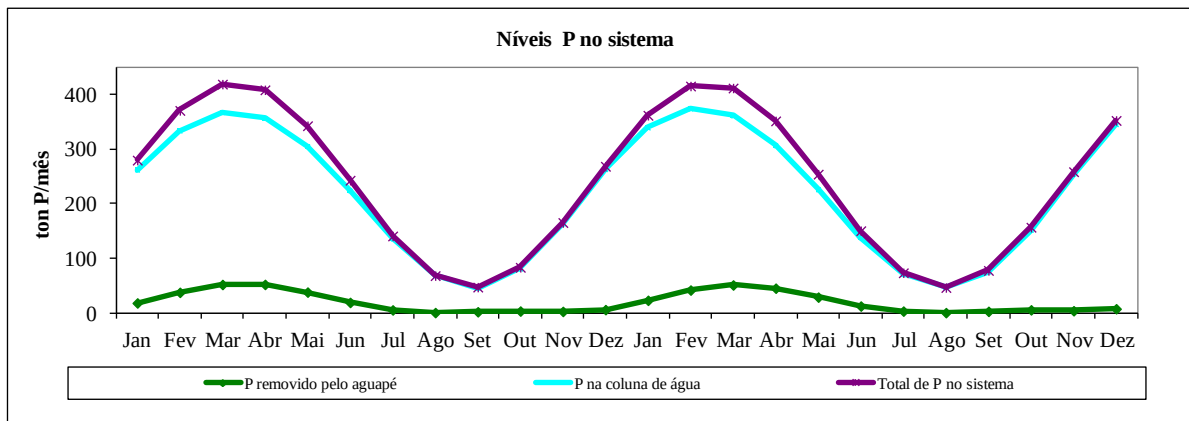


Figura 26. Níveis de fósforo total no sistema

A distribuição do fósforo nos diferentes compartimentos do sistema pode ser observada na **figura 27**.

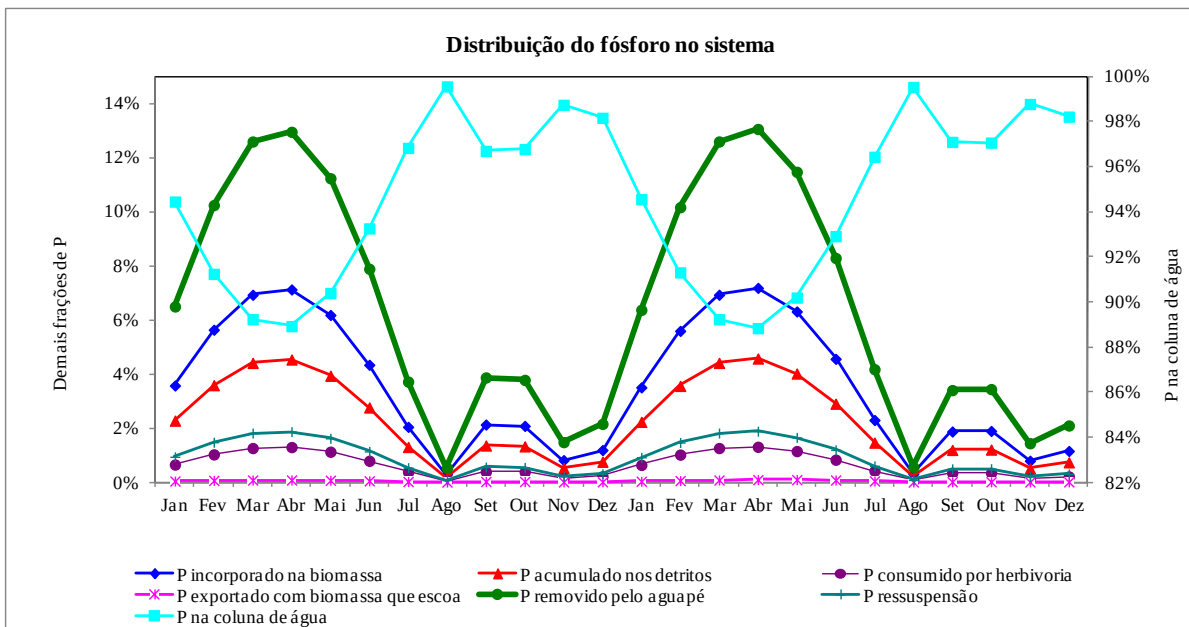


Figura 27. Distribuição do fósforo que entra no sistema

O nível de fósforo na coluna de água responde de modo direto ao consumo pelo aguapé nas diferentes épocas do ano; com a redução da produção de biomassa, o conteúdo na coluna de água se eleva.

Os níveis de fósforo do sistema com a produção e o escoamento do aguapé, produção de detritos e consumo pelos herbívoros, podem ser verificados na **figura 27**.

Também pode ser verificado que a parcela de fósforo correspondente à quantidade de biomassa exportada, ou seja, biomassa que escoar pelo rio Paraguai é muito pequena e que a parcela que permanece na coluna de água corresponde a mais de 80% da carga inicial. A fração de fósforo que retorna à coluna de água realimentando o estoque do nutriente também pode ser observada na **figura 27**.

5.1.2 Exportação de camalotes na região de Corumbá e possibilidades de colheita

Em relação ao fluxo de camalotes no rio Paraguai na altura de Corumbá, Ramires (1993) estimou que a produção de biomassa fosse de $2,4 \times 10^7$ ton MS/ano e que 7% deste total de biomassa foi exportado para o rio Paraguai correspondendo a $1,7 \times 10^6$ ton MS/ano.

O valor de biomassa produzida estimado no presente trabalho para o ano 1993 com base nas análises de imagens de satélite de ocupação por vegetação aquática realizadas por Souza et al. (2011) foi de $2,27 \times 10^7$ ton MS/ano (**tabela 4**); muito próximo da estimativa de Ramires (1993).

Assim, em virtude desta aderência entre os valores estimados de produção de biomassa, utilizou-se a quantidade de exportação de biomassa estimada por Ramires (1993) contra a produção média anual estimada neste trabalho (17 anos), $7,68 \times 10^7$ ton MS/ano, para calcular um valor médio de exportação de biomassa. Este valor de exportação representa 2,2% do total produzido.

Por fim, considerando-se que as análises preliminares de dados videográficos de biomassa que escoar no rio Paraguai em Corumbá indicam valor menor de exportação (VIANNA et al., 2010), adotou-se para este estudo o nível de 1,1% de exportação para as primeiras análises (**Tabela 11**).

Tabela 11: Cálculos de exportação de biomassa da região das lagoas para o rio Paraguai

Produção de biomassa (ton MS biomassa/ano)	Biomassa exportada (tonMS biomassa/ano)	% da produção total exportado	Referência para biomassa exportada
7,68E+07	1,70E+06	2,21%	Ramires, 1993
7,68E+07	8,50E+05	1,11%	Estimativas iniciais (*)

(*) Estimado pela autora a partir das primeiras análises dos dados videográficos do escoamento de ilhas flutuantes na região de Corumbá.

Para a análise das possibilidades de colheita de biomassa na região de estudo, foram elaborados 4 cenários de produção e exportação de biomassa utilizando os limites superior e inferior de biomassa produzida (**figura 18**) e os valores de exportação (**tabela 11**). Estes cenários estão descritos a seguir:

- Cenário INF1: contempla o limite inferior de produção, ou seja, a menor produção calculada para a área de estudo delimitada e o nível de exportação de biomassa de 1,1% deste volume total de biomassa produzida.
- Cenário SUP1: contempla o limite superior de produção, ou seja, a produção máxima calculada para a área de estudo delimitada e o nível de exportação de biomassa de 1,1% deste volume total de biomassa produzida.
- Cenário INF2: contempla o limite inferior de produção, ou seja, a produção mínima calculada para a área de estudo delimitada e o nível de exportação de biomassa de 2,2% deste volume total de biomassa produzida.
- Cenário SUP2: contempla o limite superior de produção, ou seja, a produção máxima calculada para a área de estudo delimitada e o nível de exportação de biomassa de 2,2% deste volume total de biomassa produzida.

Para cada um destes cenários calculou-se o volume potencial de colheita para níveis de 1%, 40% e 90% de extração do total de ilhas flutuantes exportadas (**tabela 12**). Estes cenários e seus respectivos volumes potenciais de colheita (**figura 28**) foram analisados com relação a fatores que permitem visualizar impactos e benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Tabela 12: Cenários de produção e exportação de biomassa e de possibilidades de colheita

Cenário INF1						Cenário SUP1				
Limite inferior de produção / exportação						Limite superior de produção / exportação				
Exportação 1,1%						Exportação 1,1%				
Mês	Prod.	Exp.	Colheita (ton MS/mês)			Prod.	Exp.	Colheita (ton MS/mês)		
			1%	40%	90%			1%	40%	90%
Jan	2,03E+06	22286	223	8915	20058	4,44E+06	48852	489	19541	43967
Fev	4,00E+06	43979	440	17591	39581	8,76E+06	96402	964	38561	86762
Mar	5,97E+06	65708	657	26283	59137	1,31E+07	144033	1440	57613	129630
Abr	7,42E+06	81657	817	32663	73492	1,63E+07	178995	1790	71598	161095
Mai	7,96E+06	87558	876	35023	78802	1,74E+07	191929	1919	76772	172736
Jun	7,44E+06	81830	818	32732	73647	1,63E+07	179374	1794	71750	161436
Jul	6,00E+06	66007	660	26403	59406	1,32E+07	144689	1447	57876	130220
Ago	4,03E+06	44324	443	17730	39892	8,83E+06	97160	972	38864	87444
Set	2,05E+06	22586	226	9034	20328	4,50E+06	49509	495	19804	44559
Out	6,01E+05	6611	66	2645	5950	1,32E+06	14492	145	5797	13043
Nov	6,15E+04	676	7	270	608	1,35E+05	1482	15	593	1334
Dez	5,79E+05	6369	64	2548	5732	1,27E+06	13962	140	5585	12565
Total	4,81E+07	529593	5296	211837	476633	1,06E+08	1160880	11609	464352	1044792

Cenário INF2						Cenário SUP2				
Limite inferior de produção / exportação						Limite superior de produção / exportação				
Exportação 2,2%						Exportação 2,2%				
Mês	Prod.	Exp.	Colheita (ton MS/mês)			Prod.	Exp.	Colheita (ton MS/mês)		
			1%	40%	90%			1%	40%	90%
Jan	2,03E+06	44573	446	17829	40116	4,44E+06	97705	977	39082	87934
Fev	4,00E+06	87957	880	35183	79161	8,76E+06	192804	1928	77122	173524
Mar	5,97E+06	131415	1314	52566	118274	1,31E+07	288066	2881	115226	259259
Abr	7,42E+06	163315	1633	65326	146983	1,63E+07	357990	3580	143196	322191
Mai	7,96E+06	175116	1751	70046	157604	1,74E+07	383859	3839	153543	345473
Jun	7,44E+06	163660	1637	65464	147294	1,63E+07	358748	3587	143499	322873
Jul	6,00E+06	132014	1320	52806	118813	1,32E+07	289379	2894	115751	260441
Ago	4,03E+06	88649	886	35460	79784	8,83E+06	194321	1943	77728	174889
Set	2,05E+06	45172	452	18069	40655	4,50E+06	99019	990	39608	89117
Out	6,01E+05	13223	132	5289	11900	1,32E+06	28984	290	11594	26086
Nov	6,15E+04	1352	14	541	1217	1,35E+05	2964	30	1186	2668
Dez	5,79E+05	12739	127	5095	11465	1,27E+06	27923	279	11169	25131
Total	4,81E+07	1059186	10592	423674	953267	1,06E+08	2321760	23218	928704	2089584

Cenário	Colheita (ton MS/ano)		
	1%	40%	90%
INF1	5296	211837	476633
SUP1	11609	464352	1044792
INF2	10592	423674	953267
SUP2	23218	928704	2089584

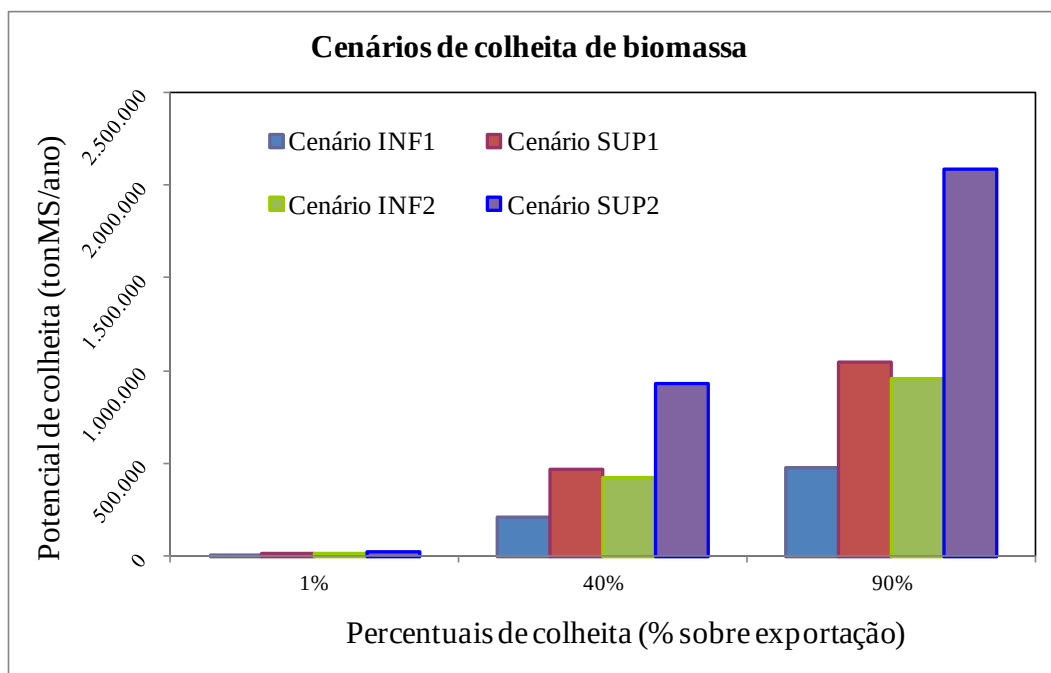


Figura 28. Cenários de produção e exportação de biomassa x potencial de colheita

Para a análise dos impactos relativos aos cenários estabelecidos foram atribuídos valores a fatores de análise pré-definidos, **tabela 13**. Esta análise qualitativa visa oferecer elementos para a verificação e estudo futuro dos possíveis impactos positivos ou negativos da colheita de biomassa em diversos níveis, desde um valor conservador apresentado no cenário INF1 com colheita de 1% da biomassa exportada, o que representa 5269 toneladas de biomassa por ano, até o cenário extremo e de maior volume de produção, exportação e colheita, cenário SUP2, com colheita de 90% da biomassa exportada, o que representa 2×10^6 toneladas de biomassa por ano.

A análise dos cenários foi realizada mediante a identificação de fraquezas, ameaças e oportunidades existentes nos cenários e, para tanto, foram atribuídos valores de 1 a 4 para os impactos nos fatores de análise estabelecidos. Os fatores de análise foram classificados em fatores de caráter ambiental e fatores de caráter socioeconômico e tiveram seus valores atribuídos segundo critérios qualitativos que serão discutidos para cada caso.

Para itens que representam uma **oportunidade** decorrente da colheita de biomassa o valor atribuído é 1 (um). Para **impactos neutros**, ou seja, aqueles que não se supõe que influenciem o meio, o valor atribuído ao item de análise é 2 (dois). Enquanto, para itens que representam uma **fraqueza** ou uma **ameaça** os valores atribuídos são, respectivamente, 3 e 4. Assim, os menores

valores na somatória dos itens representam os cenários e níveis de colheita melhor classificados na análise.

Tabela 13: Matriz de análise dos cenários e níveis de colheita

		Cenário			INF1			SUP1			INF2			SUP2		
Colheita		1%	40%	90%	1%	40%	90%	1%	40%	90%	1%	40%	90%	1%	40%	90%
Fatores de análise de caráter ambiental	Ciclagem de nutrientes	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3
	Emissões naturais de metano	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Dispersão de espécies	2	3	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	4	4
	Grau de renovabilidade da matriz energética	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	Emissões de gases da planta industrial	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Efluentes da planta industrial	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3
Soma fatores ambientais:		11	12	13	11	13	14	11	13	14	11	13	14	11	14	14
Fatores de análise de caráter socio-econômico	Geração de empregos	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	Taxa de retorno do investimento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Geração de lucro	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	Uso de biocarvão na indústria	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	Uso de biocarvão no comércio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Uso de bio-óleo para combustíveis sintéticos	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	Uso de biochar na agricultura local	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Incentivo à redução pressão sobre matas nativas	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	Ganhos sociais pela dinamização da economia	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	Viabilidade técnica e tecnológica	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3
Soma fatores socioeconômicos:		16	14	12	16	12	12	16	12	12	16	12	12	16	12	12
Soma Geral:		27	26	25	27	25	26	27	25	26	27	25	26	27	26	26

Com relação aos fatores de análise de caráter ambiental, o nível de colheita de 1% para todos os cenários é que apresenta melhor desempenho, ou seja, apresenta a menor somatória para os fatores de análise avaliados e, portanto, o menor impacto ambiental. A seguir, os critérios de atribuição de valores a cada um destes fatores será apresentado.

Ciclagem de nutrientes: refere-se ao papel das ilhas flutuantes na ciclagem de nutrientes a jusante das áreas de crescimento e a jusante da área de colheita uma vez que as áreas de crescimento são consideradas áreas de preservação onde a exploração de biomassa é considerada admissível. Os níveis de colheita de 1% das ilhas flutuantes escoadas foram considerados neutros, pois a exclusão de nutrientes de uma pequena quantidade do total que escoar abaixo é muito pequena conforme a análise do fósforo nos diversos compartimentos do sistema, **figura 27**, que indica que a quantidade incorporada na biomassa exportada representa apenas uma pequena parte do total deste nutriente existente nos demais compartimentos do sistema. Supõe-se que, em virtude das características do Pantanal, de eutrófico a hipereutrófico, a exclusão de uma pequena parcela de biomassa não seria suficiente para alterar o nível trófico do sistema mesmo para os níveis de colheita de 40% e 90% em todos os cenários de produção e exportação. Para estes casos, considerou-se que existe uma fraqueza, pois, embora a fração de fósforo incorporado na biomassa exportada seja pequena, a exclusão de maiores quantidades de ilhas flutuantes deve ser melhor compreendida com base em estudos adicionais sobre a carga de nutrientes nas diferentes seções da área de estudo, baías, vazantes e rios; esta atribuição de valor para estes casos é uma medida conservadora.

Emissões naturais de metano: considerou-se que existe uma oportunidade de reduzir as emissões de metano com a colheita de ilhas flutuantes, pois de acordo com Bianchini Jr. et. al (2010), em média, 10% do carbono dos detritos de macrófitas são convertidos em metano. O teor de carbono biodegradável contido nas espécies vegetais encontradas nas ilhas flutuantes de acordo com as análises da composição e caracterização química elementar (Relatório final do Projeto MCT/CNPq/CT-ENERG-52 578084/2008-2, 2011) é de 63%. Deste total, 10% equivalem a $1,07 \times 10^5$ e a $5,37 \times 10^4$ toneladas de carbono por ano para a biomassa exportada no limite superior, $1,7 \times 10^6$ toneladas de matéria seca por ano, e no limite inferior dos cenários de análise, $8,50 \times 10^5$ toneladas de matéria seca por ano, respectivamente. Supõe-se que em algum momento de seu percurso pelo rio a biomassa se converterá em detritos. Este total de carbono equivale a $1,43 \times 10^5$ e a $7,16 \times 10^4$ toneladas de metano por ano para os limites superior e inferior, cujo *Global Warming Potential* (IPCC, 2007) equivale a 25 e, portanto, equivale a $3,58 \times 10^6$ e $1,79 \times 10^6$ toneladas de dióxido de carbono equivalente, CO₂-eq, respectivamente. De acordo com o valor do crédito de carbono para Julho de 2011 (*Chicago Climate Exchange*), US\$ 0,05 por tonelada, os diferentes níveis de colheita para os limites superior e inferior de produção de

biomassa correspondem aos valores da **tabela 14**. Estes valores representam potencialidades de obtenção de créditos de carbono, mas a confirmação do nível de emissões na área de estudo requer estudos adicionais.

Tabela 14: Créditos de carbono com a redução das emissões de metano

Colheita	Limite superior		Limite inferior	
	ton CO2-eq/ano	US\$/ano	ton CO2-eq/ano	US\$/ano
1%	35778	178.889,58	17889	89.444,79
40%	1431117	7.155.583,33	715558	3.577.791,67
90%	3220013	16.100.062,50	1610006	8.050.031,25

Dispersão de espécies: podem ocorrer impactos na biodiversidade, pela possibilidade de se interferir na dispersão e fluxo gênico das espécies, pois as ilhas flutuantes, ao longo de seu trajeto pelo rio Paraguai, podem se prender às margens dispersando as espécies de fauna presentes (CASTRO et al., 2011). Mas foram considerados neutros para os níveis de colheita de 1% da biomassa exportada em todos os cenários, pois os níveis de predação podem até mesmo superar o nível de mortalidade de organismos associados às ilhas flutuantes que ocorreria com a colheita de uma pequena parte das ilhas. Para os níveis de colheita de 40 e 90% considerou-se que pode haver uma fraqueza ou uma ameaça à biodiversidade pela possibilidade de se interferir no suprimento de alimentos para algumas espécies insetívoras, bem como na dispersão e fluxo gênico de espécies que ocorrem à montante e à jusante da região de colheita. No entanto, é necessário maior conhecimento sobre a ocupação territorial dessas espécies para se realizar novas inferências sobre esta questão.

Grau de renovabilidade da matriz energética da região: este item relaciona-se à possibilidade de uso de fontes de energia renováveis pela indústria e comércio locais e sua potencial redução da pressão ambiental. Para os níveis de colheita de 1% atribuiu-se valor de neutralidade, pois a substituição das fontes de energia ocorreria em um grau pequeno, para todos os demais casos considerou-se que existe uma oportunidade.

Emissões de gases da planta industrial: as unidades de pirólise rápida de biomassa, tecnologia patenteada pela Unicamp e licenciada com exclusividade pela Bioware Tecnologia, não emitem gases para o meio externo, pois operam em circuito fechado com reaproveitamento dos gases quentes de compostos orgânicos como fonte de energia.

Efluentes da planta industrial: a colheita de biomassa no rio Paraguai requer que as ilhas flutuantes sejam previamente prensadas a fim de eliminar o excesso de água e o líquido resultante desta operação seria devolvido ao rio. Para os maiores níveis de colheita pode haver uma carga de nutrientes neste efluente tal que promova alterações nas águas e considerou-se que existe uma fraqueza.

Com relação aos fatores de análise de caráter socioeconômico, os níveis de colheita de 40% e 90% são os que apresentam melhor desempenho para todos os cenários, ou seja, apresentam a menor somatória para os fatores de análise avaliados. A seguir, os critérios de atribuição de valores a cada um destes fatores serão apresentados.

Geração de empregos: considerou-se que existe a iminente possibilidade de geração de empregos para a população urbana para os níveis de colheita de 40 e 90% que envolvem uma capacidade produtiva grande. As plantas de pirólise rápida de biomassa são compactas e demandam pouca mão-de-obra o que não promoveria a criação de um número expressivo de postos de trabalho para os níveis de colheita de 1%. Considerou-se que embora exista a possibilidade de desenvolvimento de atividades relacionadas à comercialização dos produtos derivados do processo industrial, as mesmas considerações são válidas.

Taxa de retorno de investimento: para todos os níveis de colheita de biomassa em todos os cenários existe a possibilidade de obtenção de taxa de retorno de investimento em virtude do iminente mercado de energia renovável em desenvolvimento.

Geração de lucro: a oportunidade de potencialização da geração de lucro envolve a instalação de unidades para processamento de biomassa em volumes que permitam a obtenção de economias de escala, ou seja, em grandes volumes, o que corresponde aos maiores níveis de colheita, ou seja, 40 e 90%. O desenvolvimento de novos negócios pode promover a movimentação da economia.

Uso de bio-carvão na indústria: a indústria local é concentrada em atividades de mineração e siderurgia e demanda grandes quantidades de carvão siderúrgico, de tal modo que existe uma oportunidade de substituição de uma parcela deste consumo por bio-carvão para os níveis de colheita de 40 e 90% que permitem produção em grande escala.

Uso de bio-carvão no comércio: o suprimento de carvão para o comércio local seria um nicho de mercado com oportunidade de desenvolvimento para todos os níveis de colheita.

Uso de bio-óleo para a produção de combustíveis sintéticos: a potencialidade de exploração desta atividade depende do processamento de grandes quantidades de biomassa e se caracterizaria como uma oportunidade para os níveis de colheita de 40 e 90%.

Uso de bio-carvão na agricultura local: é uma oportunidade de desenvolvimento para todos os níveis de colheita.

Incentivo à redução da pressão sobre matas nativas: O suprimento da parte da demanda de carvão pela indústria local, a identificação da fonte supridora e de sua origem e o desenvolvimento de fontes sustentáveis de suprimento podem contribuir para a redução do desmatamento. Com relação ao consumo de carvão pelo comércio, existe a oportunidade de criação de novas atividades para a população de assentamentos rurais da região de Corumbá, como por exemplo, a apicultura no lugar da colheita de madeira; atividade que promove a melhora de serviços naturais essenciais, dentre eles a polinização.

Ganhos sociais pela dinamização da economia: o estabelecimento de projetos de produção de bioenergia pode promover uma mudança de valores e de cultura na região mediante o desenvolvimento de projetos socioambientais e programas de educação. Existe a oportunidade em todos os casos analisados de que existam ganhos sociais.

Viabilidade técnica e tecnológica: para os cenários de colheita de 1% da biomassa exportada foram considerados como oportunidades, pois seriam requeridas de 1 a 10 plantas de pirólise rápida de biomassa com capacidade de 1 ton/h ou de 1 a 5 plantas com capacidade de 2 ton/h; capacidades que já estão desenvolvidas e disponibilizadas no mercado pela Bioware. Para os níveis de colheita de 40 e 90% o número necessário de unidades produtivas foi considerado como uma fraqueza financeira e técnica, pois haveria necessidade de projetos de desenvolvimento de unidades produtivas com capacidades superiores para a redução do número de unidades produtivas instaladas.

Na soma geral dos fatores de análise, os cenários que apresentaram melhor desempenho na somatória dos valores atribuídos foram aqueles com níveis de colheitas de biomassa exportada intermediárias entre o menor nível analisado e o maior; o melhor desempenho nesta análise é representado pelo menor valor da somatória. Seriam os níveis de colheita de 90% para o cenário de menor produção e exportação e de 40% de colheita para os demais cenários. Entretanto, na análise dos impactos ambientais estes cenários não são os que melhor desempenham e dentre todos os fatores de caráter socioeconômico analisados, o item viabilidade técnica se mostra

crítico e para estes níveis de colheita intermediários são impeditivos pela ausência de disponibilidade de unidades produtivas com grandes capacidades de processamento. O nível de colheita que foi considerado, portanto, seguro e adequado à luz das suposições e considerações realizadas neste trabalho é o de 1%. Os demais níveis de colheita devem ser re-avaliados a partir de estudos futuros relacionados às funções ecossistêmicas das ilhas flutuantes e seus impactos a jusante das áreas de colheita e estudos sobre a viabilidade técnica e custos para a implantação de sistemas de conversão termoquímica de biomassa com grandes capacidades de processamento.

Nas análises que se seguem neste estudo foi utilizado um volume de colheita de ilhas flutuantes na região de Corumbá calculado a partir das capacidades produtivas disponíveis para plantas de pirólise rápida de biomassa. Tanto a avaliação emergética como a avaliação econômica foram desenvolvidas sobre unidades produtivas com capacidade de processamento de 1 tonelada de biomassa seca por hora.

A **tabela 15** mostra as diversas capacidades produtivas disponíveis de plantas industriais de pirólise rápida de biomassa e também apresenta os valores de colheita efetiva de biomassa correspondentes a estas capacidades. Os valores de colheita efetiva foram calculados sobre o cenário de menor volume de biomassa exportada, ou seja, para a exportação de 1,1% da biomassa produzida (que é o valor adotado neste trabalho em virtude das primeiras análises dos dados videográficos obtidos).

Os cálculos foram realizados considerando a operação da planta em um turno de 8 horas durante 5 dias por semana para 1 ano, o que totaliza 260 dias de operação. Estes valores totalizam uma demanda de biomassa de 173 toneladas mensais para a ocupação da planta de 1 ton/h e de 347 toneladas mensais para a ocupação da planta de 2 ton/h.

Para viabilizar a instalação de planta de pirólise rápida de biomassa com capacidade de processamento de 1 ton/h de biomassa seca, a colheita efetiva de biomassa de aguapé, na região de Corumbá, ocorreria no nível de 0,25% do total da quantidade escoada no rio Paraguai para o cenário de menor volume de biomassa exportada, ou seja, para a exportação de 1,1% da biomassa produzida. Para a planta de 2 ton/h a colheita efetiva seria de 0,50%.

Os volumes de colheita mensal de biomassa de aguapé correspondentes a estes níveis (**tabela 16**) para os limites inferior, superior e para a média de exportação calculados sobre 1,1% de escoamento da produção indicam que haveria quantidade suficiente de biomassa de aguapé para operar a planta de modo consistente durante 7 meses do ano.

Tabela 15: Capacidades produtivas disponíveis x colheita efetiva de biomassa

Capacidade de produção		Colheita
(ton/h)	(ton MS biomassa/ano)	(% da exportação)
0,1	208	0,03
0,2	416	0,05
1,0	2080	0,25
2,0	4160	0,50

Tabela 16: Volumes mensais de colheita de biomassa (em toneladas de massa seca)

Mês	0,25% de Colheita da biomassa exportada			0,50% de Colheita da biomassa exportada		
	Prod. Mínima	Prod. Máxima	Prod. Média	Prod. Mínima	Prod. Máxima	Prod. Média
Jan	56	122	89	111	244	178
Fev	110	241	175	220	482	351
Mar	164	360	262	329	720	524
Abr	204	447	326	408	895	652
Mai	219	480	349	438	960	699
Jun	205	448	327	409	897	653
Jul	165	362	263	330	723	527
Ago	111	243	177	222	486	354
Set	56	124	90	113	248	180
Out	17	36	26	33	72	53
Nov	2	4	3	3	7	5
Dez	16	35	25	32	70	51
Total	1324	2902	2113	2648	5804	4226

Entretanto, deve-se observar que as quantidades da distribuição de biomassa ao longo do ano correspondem a uma aproximação. O modelo senoidal de produção e escoamento de biomassa é robusto para a representação das grandes variações sazonais, sendo assim, consistente para os extremos de produção e escoamento de biomassa.

Por outro lado, apresenta uma limitação de aplicação, pois a validação depende da conclusão das análises dos dados videográficos uma vez que o processo de exportação de biomassa aquática é intermitente e de elevada variabilidade temporal (VIANNA et al., 2010). Na seca, quando os volumes de biomassa escoada são pequenos e não atingem a demanda total para ocupação plena da capacidade instalada, poderia haver utilização de outras biomassas de origem urbana como poda de árvore e lixo orgânico, sem detrimento ao investimento realizado.

5.1.3 Avaliação emergética da produção natural de biomassa de aguapé

A **tabela 17** apresenta as saídas do sistema e os valores obtidos para as intensidades emergéticas correspondentes à produção de biomassa total na região estudada, ou seja, correspondente à produção anual de biomassa de $7,68 \times 10^7$ ton MS.

A intensidade emergética reflete o esforço da natureza necessário para a produção do recurso. A transformidade corresponde à energia solar equivalente (seJ) a um Joule de energia contida no recurso. Quanto maior este valor, maior terá sido o esforço da natureza na produção de um determinado recurso.

A valoração dos recursos produzidos em Emdólares ou dólares emergéticos permite que seja atribuído um valor a um recurso renovável que usualmente, na avaliação econômica convencional, é considerado como gratuito.

Tabela 17: Tabela emergética do sistema de produção natural de biomassa: saídas e intensidades emergéticas

	Saídas	Energia Específica (seJ/kg)	Transformidade (seJ/J)	Em\$/ton
P1	Biomassa de aguapé	2,32E+11	1,65E+04	19,66
P2a	Pesca profissional	3,32E+14	1,59E+07	28155,66
P2b	Pesca esportiva	3,70E+14	1,77E+07	31374,90
P3	Água		5,65E+05	0,24

O valor obtido neste estudo para a transformidade da biomassa apresenta similaridade em ordem de grandeza quando comparado a valores da literatura científica que foram obtidos para outros ecossistemas conforme demonstrado na **tabela 18**.

A comparação com outras áreas inundáveis de clima subtropical com vegetação aquática mostra que a transformidade de biomassa de aguapé no Pantanal é menor e atribui-se isto ao fato de que seu crescimento requer menor esforço da natureza por haver condições propícias na região, por exemplo, de radiação solar e constante disponibilidade de nutrientes.

Tabela 18: Comparação da ordem de grandeza da transformidade obtida contra valores da literatura

Pantanal - área delimitada	Biomassa de aguapé	seJ/J	1,65E+04	Este estudo
Savana tropical seca	Biomassa	seJ/J	1,76E+04	Prado-Jartar e Brown, 1997
Mangues tropicais	Crescimento da biomassa	seJ/J	2,47E+04	Odum e Arding, 1991
	Algas	seJ/J	7,56E+03	Ortega, webpage
Área úmida subtropical herbácea	Biomassa viva	seJ/J	1,23E+05	Bardi e Brown, 2000
Área úmida subtropical com arbustos e rasteiras	Biomassa viva	seJ/J	1,16E+05	Bardi e Brown, 2000
Área úmida depressional com floresta	Biomassa viva	seJ/J	1,23E+05	Bardi e Brown, 2000
Marsh	Biomassa viva	seJ/J/ha	1,23E+05	Bardi e Brown, 2000

Em virtude da sazonalidade da produção de biomassa de aguapé, a transformidade e o valor em dólares emergéticos variam também ao longo do tempo (**Figura 29**). Na época da seca a disponibilidade de biomassa é menor e, portanto, a transformidade e o valor em Em\$/ton, são maiores; sugerindo que a exploração deste recurso na seca onera o sistema natural. Na cheia os valores são menores e o estresse da natureza é menor.

O valor médio anual obtido em dólares emergéticos é de 19,66 Em\$/ton. Este cálculo em dólares emergéticos de valor é útil para estudos de formas de retribuição dos serviços ambientais usualmente considerados como gratuitos. O memorial de cálculos utilizados nesta análise consta do **Apêndice C**.

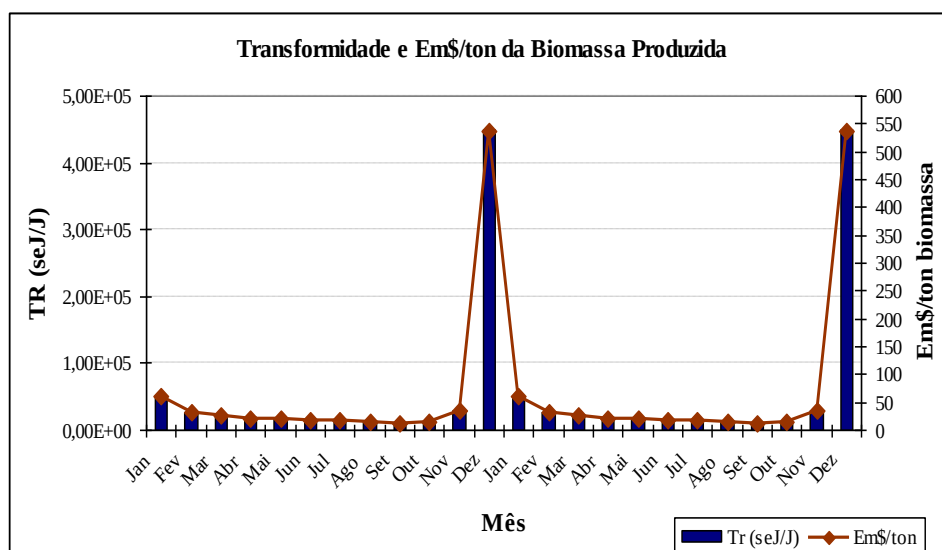


Figura 29. Gráfico da transformidade e valor em Em\$/ton de biomassa de aguapé (sazonal)

5.2. Produção de bio-óleo e bio-carvão por pirólise de biomassa de aguapé

5.2.1 Avaliação emergética do processo de pirólise rápida de biomassa de aguapé

Foram realizadas **três análises** do processo de obtenção de bio-óleo e bio-carvão (**tabela 19**), todas correspondem à situação de ocupação plena da capacidade produtiva de uma planta de pirólise com capacidade de 1 ton/h alimentada com biomassa de aguapé. O memorial de cálculos utilizados nesta análise consta do **Apêndice D**.

Tabela 19: Índices emergéticos para o processo de produção de bio-óleo e bio-carvão

Índices Emergéticos	Análise 1: <i>Sem fluxos financeiros e sem externalidades</i>	Análise 2: <i>Com impostos e taxas e reserva de capital (1%) para externalidades</i>	Análise 3: <i>Com fluxos financeiros e reserva de capital (5%) para externalidades</i>
Transformidade bio-óleo	8,24E+04	1,93E+05	3,95E+05
Transformidade bio-carvão	1,17E+05	2,74E+05	5,60E+05
Transformidade gases quentes	4,47E+04	1,05E+05	2,14E+05
% Renovabilidade	86,72%	36,99%	18,75%
EYR – Taxa de energia líquida	3,30	1,58	1,40
EIR – Taxa de investimento	0,43	2,13	4,73
ELR – Taxa de carga ambiental	0,15	0,15	0,15
EER – Taxa de intercâmbio emergético do bio-óleo	0,20	0,48	0,98
EER – Taxa de intercâmbio emergético do bio-carvão	0,31	0,72	1,46

A análise 1 utilizou a metodologia emergética clássica sem a contabilização de fluxos financeiros decorrentes do pagamento do financiamento das instalações (equipamentos e construção civil) e sem a inclusão de reserva de capital para solucionar possíveis problemas ambientais e sociais decorrentes da operação da planta de pirólise (itens Serviços Adicionais – S e Externalidades da **tabela 10**).

A análise 2 segue uma metodologia modificada que inclui um fluxo de Serviços Adicionais referente aos impostos e taxas sobre serviços públicos e uma externalidade mensurada como uma reserva de capital de 1% sobre o valor investido. Nesta análise, considerou-se que o empreendimento seria realizado apenas com capital próprio do investidor e considerou-se ausência de fluxos financeiros para o pagamento de financiamentos e remuneração do capital à taxa vigente do financiamento que foi estipulado para este estudo.

A análise 3 é a mais exigente em relação à origem do capital para investimento e em relação aos possíveis impactos ambientais. Considerou-se que o empreendimento seria realizado apenas com capital de terceiros e foram considerados fluxos financeiros para o pagamento de

financiamentos e juros, impostos e taxas e incluiu-se um fundo de reserva de capital para as externalidades de 5% sobre o valor investido.

Os valores obtidos para os índices emergéticos obtidos neste estudo apresentam similaridade em ordem de grandeza quando comparados aos valores que foram obtidos em outro estudo para os produtos derivados da pirólise de biomassa (**tabela 20**). A diferença observada para o ELR ocorre em virtude do tipo de biomassa utilizada neste estudo, que é produzida em um sistema natural, reduzindo o valor do índice. Pela mesma razão, o EER apresenta valor inferior para o presente estudo tanto para o bio-óleo como para o bio-carvão.

Tabela 20: Comparação da ordem de grandeza dos índices emergéticos obtidos para produtos da pirólise de biomassa

Índices Emergéticos	Este estudo	Unidade	Referência	Valor
Transformidade bio-óleo	8,24E+04	seJ/J	Alonso-Pippo et al., 2004	6,97E+04
Transformidade bio-carvão	1,17E+05	seJ/J	Alonso-Pippo et al., 2004	8,37E+05
Transformidade gases quentes	4,47E+04	seJ/J		
% Renovabilidade	86,72%	%	Alonso-Pippo et al., 2004	68,00%
EYR – Taxa de emergência líquida	3,30	adimensional	Alonso-Pippo et al., 2004	3,36
EIR – Taxa de investimento	0,43	adimensional	Alonso-Pippo et al., 2004	0,42
ELR – Taxa de carga ambiental	0,15	adimensional	Alonso-Pippo et al., 2004	0,45
EER – Taxa de intercâmbio emergético do bio-óleo	0,20	seJ/Em\$	Alonso-Pippo et al., 2004	1,08
EER – Taxa de intercâmbio emergético do carvão	0,31	seJ/Em\$	Alonso-Pippo et al., 2004	1,17

Realizou-se também a comparação dos valores obtidos para a transformidade do bio-óleo e do bio-carvão com outros tipos de combustíveis de diferentes origens e a comparação da renovabilidade do sistema de produção de biocombustíveis por pirólise com outros sistemas de produção de outros biocombustíveis conforme demonstrado na **tabela 21**.

As comparações (**tabelas 20 e 21**) foram realizadas apenas com os índices obtidos pela avaliação da análise 1, pois esta seguiu a metodologia emergética clássica que é a convencionalmente utilizada.

A comparação entre os valores das análises realizadas neste estudo permite a realização de análises dos impactos dos fluxos do dinheiro e de sua origem nos resultados. Mas, a comparação dos resultados aqui obtidos com outros estudos emergéticos somente pode ser

realizada quando a metodologia aplicada é semelhante; neste caso, podem-se comparar os resultados da análise 1, realizada com a metodologia emergética convencional, com outros estudos que, de modo similar, não incluem os fluxos do pagamento dos empréstimos e juros. A inclusão destes fluxos na avaliação emergética é um desdobramento realizado neste trabalho para complementar a avaliação econômica clássica discutida a seguir.

Tabela 21: Comparação da ordem de grandeza das transformidades e renovabilidades obtidas para produtos da pirólise de biomassa e de outros combustíveis

	Produto	Referência	Valor	Renovabilidade do processo produtivo (%)
Transformidade (seJ/J)	Bio-óleo	Este estudo	8,24E+04	86,72
	Biodiesel	Cavalett e Ortega, (2010)	3,90E+05	30,7
	Etanol	Pereira e Ortega, (2010)	4,87E+04	30,9
	Bio-carvão	Este estudo	1,17E+05	
	Carvão	Odum, (1996)	1,80E+05	

A análise dos índices emergéticos obtidos indica que a inclusão dos fluxos da economia relacionados ao financiamento dos equipamentos e da construção civil e a inclusão das externalidades reduzem a renovabilidade do sistema de 86,72% para 18,75% comparando-se os resultados das análises 1 e 3.

A inclusão de externalidades nas análises 2 e 3 é o fator responsável pela redução dos índices obtidos. As externalidades contabilizadas nestas análises são elementos de caráter preventivo e contingencial; significam que existe reserva de capital para uma eventual necessidade decorrente da instalação de uma indústria. Trabalhou-se aqui apenas com externalidades negativas para simular situações extremas.

O índice EYR é a razão de rendimento emergético representado como a razão entre a energia entregue pelo sistema e a energia dos recursos entregues pela economia. Pode ser interpretado como uma medida da contribuição potencial do processo estudado à economia em decorrência da exploração do recurso local. Valores muito baixos deste índice indicam que o processo entrega um valor próximo àquele que foi investido significando que existe uma grande dependência de recursos da economia. É desejável que este índice seja o maior possível. É o que

se observa na análise 3 cujo EYR é de 1,40. Em sistemas agroindustriais brasileiros previamente analisados com a avaliação emergética este valor é considerado como razoável.

EIR é uma relação entre os recursos da economia e os recursos da natureza. Pode ser interpretado como uma medida do quanto o sistema produtivo depende de recursos da economia. Quanto maior este índice, mais intenso é o uso dos recursos da economia e menos intenso o uso de recursos naturais. É um indicador que pode ser utilizado para a comparação entre diferentes sistemas de exploração de um mesmo recurso indicando seu nível de dependência da economia. No caso em estudo, a análise 3 indica claramente que, neste cenário extremo, existiria dependência da economia. Em sistemas agroindustriais brasileiros ecológicos e orgânicos previamente analisados com a avaliação emergética por Ortega et al. (2005), os EIRs obtidos foram 0,37 e 0,45; o valor do EIR obtido na análise 1 foi 0,43 e pode ser considerado como razoável.

O índice ELR é uma medida da pressão de um processo sobre o ambiente representando, portanto, uma medida do estresse ecossistêmico. Quanto mais o desenvolvimento provoca distúrbios no ambiente local, mais se afasta do processo natural e maior será o ELR. Para este caso, em virtude do uso de uma matéria-prima renovável, a biomassa de aguapé, e da consideração de utilização de mão-de-obra local, o índice apresenta um excelente resultado em todos os cenários analisados, pois se aproxima de zero.

EER é uma medida do quanto uma troca é justa; mede o que o sistema entrega contra o que o sistema recebe com o valor das vendas convertido em emergia. O processo entrega valor aos compradores que devolvem dinheiro. Uma troca equilibrada gera um índice no valor de 1. Quanto mais o valor obtido se afasta da unidade, menor o equilíbrio da troca emergética. Neste caso, para ambos os produtos da pirólise, bio-óleo e bio-carvão, e, nas análises 2 e 3, o índice apresenta valores próximos ao equilíbrio resultando em uma troca emergética justa.

A sustentabilidade do processo sistêmico de produção de biocombustíveis a partir da pirólise rápida de biomassa de aguapé demonstra desempenho muito superior que outros processos de obtenção de combustíveis quando são comparados os índices de renovabilidade obtidos com a produção de biodiesel de soja e de etanol de cana-de-açúcar (**tabela 21**). Este fato decorre da não dependência do uso de recursos fósseis, maquinários e fertilizantes para a produção e obtenção da matéria-prima.

5.2.2 Avaliação econômica convencional da pirólise rápida de biomassa de aguapé

A preparação do demonstrativo de resultados planejado para 10 anos (**Apêndice E**) foi realizada assumindo-se o custo de matéria-prima médio anual obtido em dólares emergéticos para a biomassa de aguapé. Assim, no item custo dos produtos vendidos assumiu-se um valor de 40% do total das vendas. O percentual usual para este item costuma ser entre 70 e 80%.

Neste caso, por ser a matéria-prima principal um recurso da natureza, cujo valor de mercado é usualmente desprezado, considerou-se que existe a possibilidade de retribuição dos serviços ambientais associados à produção natural de biomassa o que justifica a adoção de um custo de matéria-prima, mesmo que pequeno, para o recurso natural utilizado.

Para a implantação de uma unidade produtiva de pirólise rápida de biomassa com capacidade produtiva de uma tonelada por hora (**tabela 22**) para o cenário da análise 3 considerando fluxo de capital proveniente de financiamentos, o período de recuperação do investimento (*pay-back*) foi de 4,07 anos.

Entretanto, para o cenário da análise 2, com diferentes características do potencial investidor e considerando uso de capital próprio com remuneração similar aos juros do financiamento, o período de recuperação do investimento (*pay-back*) é de 1,48 anos em virtude da consideração realizada sobre a ausência de pagamento do financiamento (**tabela 23**).

Tabela 22: Avaliação econômica para uma planta de pirólise (1 ton/h) para a análise 3

R\$	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Vendas	170.182	283.636	425.455	482.182	567.273	567.273	567.273	567.273	567.273	567.273
Custo prod. Vendidos	42.545	70.909	106.364	120.545	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
Despesas Operacionais	33.564	44.909	59.091	64.764	73.273	73.273	73.273	73.273	73.273	73.273
Custo Operacional	76.109	115.819	165.455	185.309	215.091	215.091	215.091	215.091	215.091	215.091
Lucro Operacional	94.072	167.818	260.000	296.872	352.181	352.181	352.181	352.181	352.181	352.181
Taxa de Lucratividade	55,28	59,17	61,11	61,57	62,08	62,08	62,08	62,08	62,08	62,08
Ocupação da capacidade (%)	30	50	75	85	100	100	100	100	100	100
Juros (do financiamento)	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325
IR	11962	23024	36851	42382	50678	50678	50678	50678	50678	50678
Lucro líquido após juros e IR	67785	130469	208823	240165	287178	287178	287178	287178	287178	287178
Ativo	27435	2307	51457	114754	225595	322077	418558	515040	611522	708004
Imobilizado	1118925	1112379	1099288	1073105	1020738	916005	706540	287609	59758	59758
Ativo Total	1146360	1114687	1150745	1187858	1246333	1238082	1125098	802649	671280	767762
Coefficiente de Rotatividade	0,15	0,25	0,37	0,41	0,46	0,46	0,50	0,71	0,85	0,74
RSI (Lucro líq./Ativo)	5,91	11,70	18,15	20,22	23,04	23,20	25,52	35,78	42,78	37,40
Pay-back	4,07									

Tabela 23: Avaliação econômica para uma planta de pirólise (1 ton/h) para a análise 2

R\$	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Vendas	170.182	283.636	425.455	482.182	567.273	567.273	567.273	567.273	567.273	567.273
Custo prod. Vendidos	42.545	70.909	106.364	120.545	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
Despesas Operacionais	33.564	44.909	59.091	64.764	73.273	73.273	73.273	73.273	73.273	73.273
Custo Operacional	76.109	115.819	165.455	185.309	215.091	215.091	215.091	215.091	215.091	215.091
Lucro Operacional	94.072	167.818	260.000	296.872	352.181	352.181	352.181	352.181	352.181	352.181
Taxa de Lucratividade	55,28	59,17	61,11	61,57	62,08	62,08	62,08	62,08	62,08	62,08
Ocupação da capacidade (%)	30	50	75	85	100	100	100	100	100	100
Juros (do financiamento)	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325	14325
IR	11962	23024	36851	42382	50678	50678	50678	50678	50678	50678
Lucro líquido após juros e IR	67785	130469	208823	240165	287178	287178	287178	287178	287178	287178
Ativo Circulante	47377	122192	271285	434523	645307	841731	1038155	1234579	1431004	1627428
Imobilizado	1118925	1112379	1099288	1073105	1020738	916005	706540	287609	59758	59758
Ativo Total	1166302	1234571	1370572	1507628	1666045	1757736	1744695	1522188	1490762	1687186
Coefficiente de Rotatividade	0,15	0,23	0,31	0,32	0,34	0,32	0,33	0,37	0,38	0,34
RSI (Lucro líq./Ativo)	5,81	10,57	15,24	15,93	17,24	16,34	16,46	18,87	19,26	17,02
Pay-back	1,48									

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Impactos da colheita de ilhas flutuantes

O nível de exportação de biomassa de 1,1% do total produzido sugere que 98,9% da energia utilizada para a produção de biomassa de vegetação aquática permaneceriam nas próprias áreas de produção participando da cadeia trófica e da ciclagem local de nutrientes. Portanto, a exclusão de uma pequena parcela de ilhas flutuantes formadas por esta vegetação que escoam a jusante das áreas de produção não afetaria o ecossistema.

A dinâmica do aporte e ciclagem de nutrientes no Pantanal é ocasionada pelo fenômeno do pulso de inundação que carrega nutrientes da região do planalto para a planície da bacia do Alto Paraguai e arrasta nutrientes do ambiente terrestre (das várzeas secas quando a cheia as alcança) para o ambiente aquático.

A transição entre ambiente terrestre e aquático do Pantanal gera um ciclo sazonal de produção e morte de plantas aquáticas e terrestres. A vegetação aquática morre no ambiente terrestre na época da seca depositando matéria orgânica e nutrientes nas várzeas secas. Com a chegada do pulso de inundação, na cheia, esta vegetação decomposta realimenta nutrientes à água e, novamente, a vegetação aquática prolifera.

As áreas permanentemente ocupadas por vegetação aquática devem ser consideradas como locais de preservação onde a colheita de biomassa é considerada inadmissível. Um exemplo é a Baía Uberaba, localizada à montante da área de estudo delimitada para este trabalho na sub-região do Pantanal de Cáceres. Conforme discutido acima, a morte do aguapé na seca provê a matéria orgânica que alimenta a carga de nutrientes nas várzeas; esta carga é consequentemente arrastada pelo pulso de inundação e se esta área permanece inexplorada, sem extração de biomassa de aguapé, supõe-se que isto seria suficiente para manter a função ecossistêmica da vegetação aquática nas áreas à jusante.

Na seca, época de baixa produção e, portanto, baixa exportação, naturalmente ocorre menor ciclagem de nutrientes e menor dispersão de espécies. Logo, a colheita de uma quantidade maior no ciclo de alta produção e exportação talvez não seja impactante, pois a redução na dispersão de espécies pode ser a mesma que ocorreria naturalmente em ciclos de menor produção.

Além disto, o fenômeno cíclico de aumento da quantidade de biomassa está associado a outros fenômenos, como a dequada e as emissões de metano que, se reduzidos podem gerar benefícios ao meio. A grande produção e exportação podem causar tantos impactos ambientais

quanto a colheita de uma parte desta biomassa na época da seca quando a produção e a exportação são baixas. A exclusão de uma parte das ilhas flutuantes respeitando sua disponibilidade sazonal decorrente da ação do pulso de inundação pode estimular um mecanismo de potencialização de funções ecossistêmicas do Pantanal através da redução das emissões de metano.

A colheita de ilhas flutuantes deve ser realizada em apenas alguns períodos do dia de modo que se garanta o escoamento de uma parte da ilhas a fim de manter um fluxo de dispersão de organismos associados a elas à jusante das áreas de colheita. Esta medida visa minimizar impactos da colheita na biodiversidade.

São necessários mecanismos de monitoramento dos locais e dos níveis de colheita e também estudos para a verificação de possíveis alterações no fluxo de camalotes nas áreas à jusante da região de colheita para que o manejo do ecossistema seja sustentável. As áreas de preservação, zonas de ocupação permanente e de crescimento da vegetação aquática, baías e margens dos rios, devem permanecer inexploradas.

O modelo de extração de biomassa de ilhas exportadas discutido neste trabalho está em consonância com os princípios da ecohidrologia e de suas metas (ZALEWSKI, 2000, 2002b), promovendo o desenvolvimento de interferências antrópicas sustentáveis que utilizam os recursos do ecossistema de modo racional e conservando e/ou potencializando suas funções e gerando oportunidades de desenvolvimento para as comunidades locais.

6.2 Observações sobre o escoamento das ilhas flutuantes

O rio Paraguai possui águas eutróficas e hipereutróficas e parte dos nutrientes que são carreados do ambiente terrestre para o ambiente aquático são levados rio abaixo com o pulso de inundação participando de processos de produção em outras áreas. É o rio Paraguai que distribui nutrientes a jusante e não as ilhas flutuantes conforme pode ser observado na **figura 27**.

A vegetação aquática típica da região do Pantanal está presente até a região do Chaco. Nas pesquisas de campo iniciais não foram observadas evidências ou indícios de que as ilhas flutuantes entrem no rio Nabileque¹, localizado à jusante de Corumbá e antes de Porto Murtinho. Este rio corta o rio Paraguai em dois pontos e é caracterizado por baixa velocidade de corrente;

¹ BERGIER, I. **Comunicação pessoal**. Corumbá: Embrapa Pantanal.

características que pareciam sugerir que as ilhas flutuantes pudessem se acumular neste local. Assim, é possível que as ilhas flutuantes se desloquem até mais adiante pelo curso do rio Paraguai que passa pelos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul no Brasil e corta o Paraguai e a Argentina desaguando no rio da Prata (**figura 30**).



Figura 30. Trajeto do rio Paraguai ao longo do Brasil, Paraguai e Argentina

Fonte: Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC)

A velocidade de escoamento média das ilhas flutuantes medida em campo foi de 2,5 km/h na região de Corumbá entre os meses de abril e junho de 2011 ². O desenvolvimento da *Eichhornia crassipes* desde a expansão das folhas até a senescência é de 4 semanas em média, isto é 28 dias (FRANCESCHINI; NEIFF; GALASSI, 2010).

O tempo de meia vida médio da *Eichhornia crassipes* foi avaliado em 55 dias por Gimenes, Cunha-Santino e Bianchini Jr. (2010); este tempo representa o total para que a decomposição do tecido vegetal seja completa após a senescência dos tecidos. Assim, considerando o ciclo de vida da *Eichhornia crassipes* desde o crescimento até o início da senescência, 28 dias, as ilhas flutuantes poderiam percorrer uma distância de até 1680 km na época da cheia.

² SALIS, S. M. **Comunicação pessoal**. Corumbá: Embrapa Pantanal.

A distância aproximada verificada com a aplicação do *software Google Earth* entre Corumbá e Asunción pelo curso do rio é de 1300 km (**figura 31**). Assim, as ilhas flutuantes formadas por vegetação aquática produzida na área delimitada de estudo (região à montante de Corumbá) e exportadas pelo rio Paraguai podem alcançar a cidade de Asunción no Paraguai onde se avistam ilhas no rio (**figura 32**).

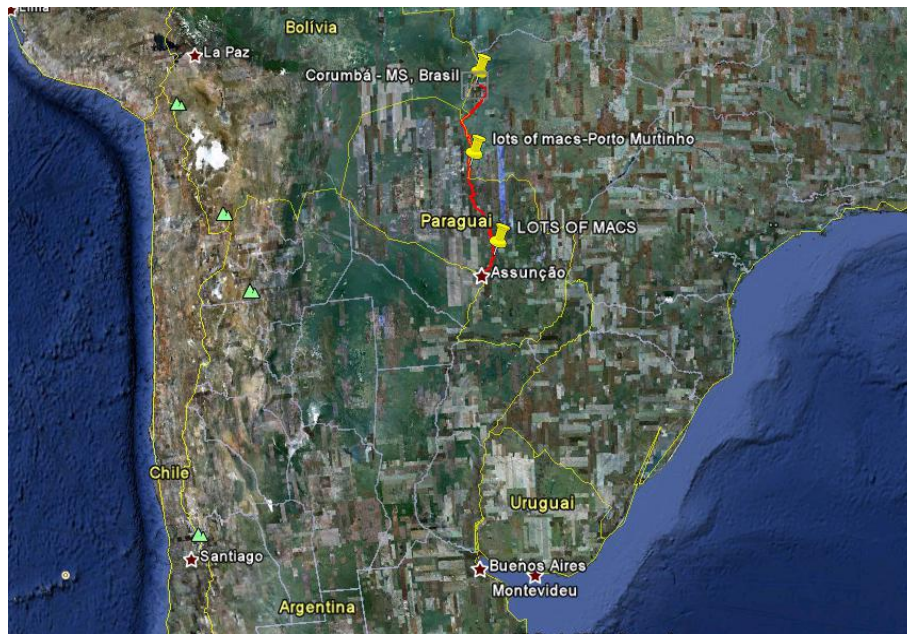


Figura 31. Rio Paraguai de Corumbá no Brasil até Asunción no Paraguai, passando por Porto Murtinho, distância aproximada de 1300 km



Figura 32. Ilhas flutuantes na altura da cidade de Asunción no Paraguai

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/16968956?source=wapi&referrer=kh.google.com> e <http://www.panoramio.com/photo/41655506?source=wapi&referrer=kh.google.com>

6.3 Análise das possibilidades de uso do aguapé

As análises de planta de pirólise com capacidade de 1 ton/h de processamento de biomassa seca incluem os sistemas de colheita e secagem de biomassa e de produção de bio-óleo e de carvão. Porém, deve-se considerar que durante os meses da seca, quando a exportação de ilhas flutuantes cessa, a planta de pirólise poderia operar basicamente com resíduos orgânicos urbanos, como lixo doméstico e poda de árvores, sem prejuízo ao investimento realizado.

Outros possíveis desdobramentos da exploração dos camalotes são discutidos a seguir:

(a) Exploração da biomassa de vegetação aquática tanto em nível nacional no Pantanal, abrangendo os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, como em nível de Mercosul integrando o Paraguai e a Argentina que fazem parte da bacia do Prata onde o rio Paraguai está inserido, desde a nascente na Chapada dos Parecis (MT, Brasil) até a foz no rio da Prata na Argentina. Esta possibilidade iria requerer a instalação de pequenas plantas de pirólise (capacidade produtiva de 100 a 2000 kg/h) localizadas ao longo do curso do rio Paraguai, de modo que a utilização da biomassa disponível seja distribuída. É necessária uma avaliação abrangente em seus aspectos políticos, sociais, ambientais e econômicos e também uma avaliação dos custos logísticos e dos custos de aquisição de várias plantas de pirólise de pequena capacidade produtiva para que se criem as economias de escala necessárias para viabilizar tal empreendimento. Por outro lado, a possibilidade de uma rede de usinas permitiria a criação de uma rede de unidades produtivas para agregar volumes maiores de bio-óleo e bio-carvão (maior densidade mássica que a biomassa) e viabilizar a logística de uso da hidrovia para o abastecimento de uma possível usina de gaseificação de bio-óleo. Esta possibilidade de estabelecimento de redes de negócios ao longo do curso do rio Paraguai abriria uma perspectiva para a produção de gás de síntese, *syngas*, rico em hidrogênio e monóxido de carbono, precursores de uma florescente indústria “biopetroquímica” que atua como uma forma de mitigação das mudanças climáticas.

(b) Utilização do biochar, fertilizante obtido da aplicação de bio-carvão em solos ou da mistura de bio-óleo e de bio-carvão (este é um fertilizante de liberação lenta), para fertilização de solos pantaneiros pobres no Pantanal, no Chaco (Paraguai e Argentina) e no seu entorno na região do planalto. O uso de fertilizantes assim obtidos permitiria melhorar a produtividade de atividades agropecuárias sem detrimento à sustentabilidade, em virtude do caráter renovável da extração de

biomassa e produção de bio-óleo e de bio-carvão. Embora a planície de inundação não seja uma área com vocação agrícola, existe intensa e crescente atividade agropecuária na borda do Pantanal na região dos rios afluentes do rio Paraguai. O uso de bio-fertilizantes produzidos e usados localmente dentro do Pantanal pode fechar um ciclo sustentável; porém, a avaliação desta possibilidade requer uma análise mais abrangente para o estudo da viabilidade ambiental, social e econômica que inclua todos os custos operacionais e logísticos, pois as grandes distâncias entre o planalto e a planície de inundação no Pantanal, poderiam gerar dependência de recursos fósseis desqualificando o caráter sustentável e renovável da proposta.

7. CONCLUSÕES

O modelo senoidal de produção e escoamento de biomassa é uma ferramenta importante na análise de cenários de produção e exportação de biomassa e remoção de nutrientes. Embora robusto para a representação dos extremos correspondentes às grandes variações sazonais, o modelo apresenta limitações, pois ainda requer calibração e validação de dados. Sua utilização pode ser considerada como uma importante aproximação para o conhecimento e entendimento dos processos envolvidos.

A colheita de pequenas quantidades das ilhas flutuantes não deve afetar o meio-ambiente. Considera-se que o valor assumido de colheita menor de 1% dos camalotes que escoam no rio Paraguai na altura de Corumbá é um número conservador que não afetará o equilíbrio regional. A reavaliação deste valor será motivo de pesquisas futuras para melhor conhecimento da dinâmica de escoamento e senescência das ilhas flutuantes ao longo do rio Paraguai.

Como estratégia para melhorar o desenvolvimento regional, a gestão e o manejo de recursos renováveis no Pantanal em associação a um sistema produtivo humano devem ser calcados em um profundo conhecimento da dinâmica do ecossistema visando manter sua biodiversidade e seus serviços ambientais essenciais. O monitoramento de espécies associadas às ilhas flutuantes e de seu fluxo gênico pode representar um ganho científico no conhecimento do papel das ilhas flutuantes com habitat de espécies e vetor de dispersão.

Realizadas estas considerações sobre a modelagem e as funções ecossistêmicas, os estudos emergéticos e econômicos, restritos à colheita de uma pequena fração de biomassa, geraram resultados que podem apoiar discussões sobre investimentos em sistemas de termoconversão de

biomassa considerando as possibilidades de uso dos produtos derivados do processo industrial e o nível de renovabilidade do sistema.

Sobre os resultados da análise emergética e econômica da produção de bio-óleo e bio-carvão derivados da pirólise de biomassa de ilhas flutuantes, foram estudados três cenários. Os resultados da análise 3 seriam os obtidos em caso de implantação de um projeto industrial com captação externa de recursos financeiros e com a inclusão de uma estimativa de valor para as externalidades.

A estimativa para externalidades utilizada neste trabalho baseou-se em uma visão *ex-ante* do processo. O estabelecimento do valor correto deve ser avaliado em estudos futuros por meio de uma análise *ex-post* que permita a adoção de uma reserva de capital adequada. Esta análise *ex-post* deveria incluir também a estimativa das externalidades positivas, por exemplo, mediante a contabilização da possível redução da emissão de metano decorrente da decomposição das ilhas flutuantes de aguapé ou contabilização da fixação de carbono na região com o uso de biochar.

Existe a possibilidade de atrair investidores interessados em elaborar projetos socioambientais como forma de compensação ambiental e capazes, eventualmente, de gerar redução da carga financeira que por sua vez é responsável pela redução do indicador emergético percentual de renovabilidade. Para este caso, com redução da carga financeira, a análise 1 é a adequada e pode ser adotada como o melhor cenário; a renovabilidade do sistema de colheita de biomassa e produção de bio-óleo e de bio-carvão é de 86,72%.

Concluindo, os índices emergéticos aqui discutidos devem ser considerados como os valores mínimo e máximo possíveis. A avaliação emergética pode apoiar a decisão de investimento e balizar a análise de impactos sociais e ambientais. Uma vez que a contabilização dos fluxos financeiros não é utilizada na metodologia emergética clássica e neste trabalho adotou-se sua inclusão a título de verificação da metodologia e comparação de cenários, os resultados devem ser re-avaliados após a definição da origem do capital a ser investido na operação e após o estudo das possíveis externalidades negativas e positivas existentes.

Podem-se obter economias de escala na aquisição de equipamentos caso ocorra a implantação de mais de uma planta de pirólise; com isto os resultados seriam diferentes e nova análise seria requerida para estudo da rentabilidade e retorno do investimento. As mesmas

considerações relacionadas à origem do capital e à valoração de externalidades são válidas para a avaliação econômica.

8. RECOMENDAÇÕES E NECESSIDADES DE FUTURAS PESQUISAS

Para que se realizem simulações mais assertivas para a projeção de cenários futuros, é necessária a calibração e a validação do modelo desenvolvido do crescimento de biomassa e remoção de fósforo.

Para aprimorar a avaliação emergética seriam necessários dados e análises da ocupação por vegetação aquática em diferentes áreas de produção: baías, vazantes e rios (**figura 33**), a fim de contabilizar as diferentes contribuições da natureza nestas áreas cujas interações ecológicas e funções sistêmicas são diferentes e, portanto, cujos valores emergéticos também o são. A validação requer a conclusão das análises dos dados videográficos e também é necessária uma ampla coleta de dados em campo incluindo novas análises de imagens de satélite e de radar sobre a ocupação de vegetação aquática e coleta de dados sobre os níveis de nutrientes, em especial o ortofosfato, em diferentes épocas do ano.

Após a calibração e validação do modelo deve ser construída uma interface ou camada de usuário que permita o uso direto do modelo pelos interessados e envolvidos nas questões relacionadas ao crescimento da vegetação aquática no Pantanal.

Outras questões a verificar com pesquisas futuras para melhor avaliação ecossistêmica do nível sustentável de colheita de ilhas flutuantes são:

(a) Carga de nutrientes ao longo do curso do rio Paraguai nas épocas da cheia e da seca nas diferentes áreas (baías, vazantes e rios) e verificação da contribuição das atividades agropecuárias exercidas na borda do Pantanal a este aporte. Neste primeiro estudo não foi contemplada ainda a origem dos nutrientes, ou seja, as fontes de fosfato da região.

(b) Participação das ilhas flutuantes como habitat de peixes e iscas e seu papel na dispersão e no fluxo gênico de espécies da fauna observadas tanto nas folhas como nas raízes dessas ilhas que escoam pelo rio.

(c) Geração de metano pela decomposição das ilhas flutuantes e mitigação desta emissão com a colheita de uma fração da biomassa exportada pelo Pantanal. A exclusão de uma parte das ilhas

flutuantes poderia gerar um benefício de redução da emissão de gases de efeito estufa no local onde a decomposição ocorre. Os cálculos de créditos de carbono que podem ser deduzidos da contabilidade energética e da análise econômica serão assim confirmados pelos dados destes estudos futuros sobre as emissões de metano.

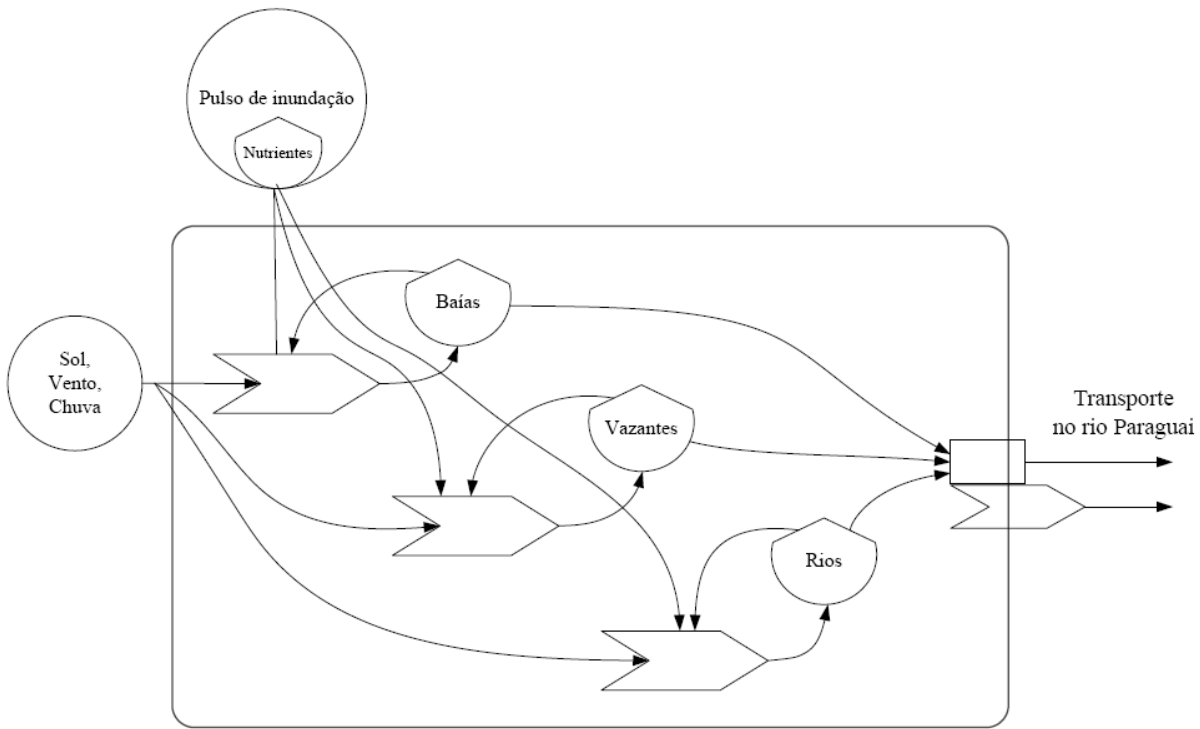


Figura 33. Diagrama para o estudo de outras áreas de produção de aguapé no Pantanal

Todas as questões aqui levantadas devem ser abordadas no âmbito do GEOSS (*Group on Earth Observation, System of Systems, Earth Observations in Decision Support Projects*, http://www.earthobservations.org/geoss_call_dsp.shtml) especificamente no projeto já aprovado intitulado “*Decision making tools for sustaining biomass-to-bioenergy economies in tropical wetlands*”.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F.L.B. **Produção de biogás através da mistura de plantas aquáticas**. 2005. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense. Niterói.

ALBUQUERQUE, F.F. de. CATELLA, A.C. **Sistema de Controle de Pesca de Mato Grosso do Sul: SCPESCA/MS 12-2005**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal; Campo Grande, MS: SEMAC: IMASUL, 2009. 57 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 94). Dados eletrônicos. Disponível em: < http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=BP94>. Acesso em 31 agosto 2011.

ALBUQUERQUE, S.P.; CATELLA, A.C.; COPATTI, A. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 8 - 2001**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal; Campo Grande, MS: SEMA-IMAP, 2003. 54 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1981; 46).

ALBUQUERQUE, S.P.; CAMPOS, F.L. de R.; CATELLA, A.C. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 9 - 2002**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal; Campo Grande, MS: SEMA-IMAP, 2003. 57 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1981; 47).

ALBUQUERQUE, S.P.; CATELLA, A.C. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul - SCPESCA/MS 14 – 2007**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal; Campo Grande, MS: SEMAC: IMASUL, 2010. 49 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 102). Dados eletrônicos. Disponível em: < http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=BP102. Acesso em 31 agosto 2011.

ALONSO-PIPPPO, W; ROCHA, J.D.; MESA-PÉREZ, J.M., OLIVARES-GÓMEZ E., CORTEZ L.A.B. Emergy evaluation of bio-oil production using sugarcane biomass residues at fast pyrolysis pilot plant in Brazil. In Ortega, E. & Ulgiati, S. (editors): IV BIENNIAL INTERNATIONAL WORKSHOP “ADVANCES IN ENERGY STUDIES”. **Proceedings...** Unicamp, Campinas, SP, Brazil. June 16-19, 2004. p. 401-408.

Asunción del Paraguay. Disponível em:< <http://www.panoramio.com/photo/16968956?source=wapi&referrer=kh.google.com>>. Acesso em: 31 agosto 2011.

Banco nacional do desenvolvimento, BNDES. **Programa BNDES de Microcrédito**. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/Microcredito/index.html> . Acesso em 11 julho 2011.

BARDI, E.; BROWN, M.T. **Emergy evaluation of ecosystems: a basis for environmental decision making**. In: Brown, M.T., S. Brandt-Williams, D.R. Tilley and S. Ulgiati, (eds.), 2000. **Emergy Synthesis: Theory and Applications of the Emergy Methodology**. Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville. 2001. 328 p.

BARRETO, R. R.; MÁRMORA, M. M.; SILVA, F. A. V.; OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Influência do Pulso de Inundação no Transporte de Nutrientes e Sólidos Suspensos no Rio Paraguai, Pantanal – MS. VII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. **Anais...** SEB – Sociedade de Ecologia Brasileira, 20 a 25 de novembro de 2005, Caxambu – MG. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/615a.pdf>>. Acesso em 02 setembro 2011.

BASTIANONI, S.; COPPOLA F.; TIEZZI, E.; COLACEVICH, A.; BORGHINI, F.; FOCARDI, S. Biofuel potential production from the Orbetello lagoon macroalgae: A comparison with sunflower feedstock. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, p. 619-628. 2008.

BERGIER, I.; SALIS, S.M.; MIRANDA, C.H.B., ORTEGA, E.; LUENGO, C.A. Biofuel production from water hyacinth in the Pantanal wetland. **Ecohydrology and Hydrobiology**, in press.

BERGIER, I.; SALIS, S.M. **Excedente ecossistêmico e renovabilidade em sistemas de produção inseridos em áreas úmidas**. Série Documentos, Embrapa Pantanal, no prelo.

BERGIER, I.; ISHII, I.I.; SALIS, S.M.; PELLEGRIN, L.A.; RESENDE, E.K.; TOMÁS, W.M., SOARES, M.T.S. **Cenários de desenvolvimento sustentável no Pantanal em função de tendências hidroclimáticas**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2008. 20 p. (Embrapa Pantanal, Documentos, 98).

BERGIER, I. **Magnitude e Data de Ocorrência do Nível Máximo Anual do Rio Paraguai em Ladário**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2008. 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; n.79). Recurso eletrônico. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=BP79>. Acesso em: 31 agosto 2011.

BHATTACHARYA, A.; KUMAR, P. Water hyacinth as a potential biofuel crop. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, v. 9, n. 1, p. 112-122. 2010.

BIANCHINI Jr., I. **Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas**. In: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. Maringá, PR: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2003. p. 87-126.

BIANCHINI Jr., I.; CUNHA-SANTINO, M.B.; ROMEIRO, F.; BITAR, A. L. Emissions of methane and carbon dioxide during anaerobic decomposition of aquatic macrophytes from a tropical lagoon (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 22, n. 2, p. 157-164. 2010.

BIUDES, J.F.V.; CAMARGO, A.F.M. Estudos dos fatores limitantes à produção primária por macrófitas aquáticas no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 1, p. 7-19. 2008.

BORTOLOTTO, I.M.; GUARIM NETO, G. O uso do camalote, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Pontederiaceae*, para confecção de artesanato no Distrito de Albuquerque, Corumbá, MS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 2, p. 331-337. 2005.

BRANDT-WILLIAMS, S. **Evaluation of Watershed Control of two Central Florida lakes: Newnans Lake and Lake Weir**. 2000. 259 p. PhD dissertation - Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville.

BRASIL. ANEEL. **Tarifa vigente em Julho 2011. Energia fornecida pela ENERSUL (MS, Brasil)**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>>. Acesso em: 11 julho 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.249, de 26 de dezembro de 1995**. Altera a legislação do imposto de renda das pessoas jurídicas, bem como da contribuição social sobre o lucro líquido, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/leis/ant2001/lei924995.htm>>. Acesso em: 01 setembro 2011.

BRASIL. Secretaria da Receita Federal. **Regulamento do Imposto De Renda – RIR**. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 11 julho 2011.

BROWN M.T.; BARDI E. Folio #3, **Emergy of Ecosystems. Handbook of Emergy Evaluation. A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios**. Center for Environmental Policy. Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville. 2001. 94 p.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. **Emergy analysis and environmental accounting**. In: C. Cleveland. (ed) **Encyclopedia of Energy**, New York: Elsevier. 2004. v. 2, p. 329–354.

BURANAKARN, V. **Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method**. 1998. 279 p. Ph.D. Dissertation - University of Florida, Gainesville.

CALHEIROS, D.F.; FONSECA JÚNIOR, W.C. da (org.). **Perspectivas de estudos ecológicos sobre o Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa-CPAP, 1996. 41p. (Embrapa – CPAP. Documentos, 18).

CALHEIROS, D.F.; FERREIRA, C.J.A. **Alterações limnológicas no rio Paraguai (“Dequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-Grossense - MS.** Corumbá, MS: Embrapa-CPAP, 1996. 51P. (Embrapa-CPAP. Boletim De Pesquisa, 7).

CASTRO, W. J. P.; SALIS, S. M.; LIMA, I. B. T. de; MONTEIRO, H.C. Rede Alimentar nas Ilhas Flutuantes do Rio Paraguai, Corumbá, MS. In: Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Pantanal e UFMS, 5.; Semana da Biologia, 10., 2011, Corumbá. **Resumos...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011. (Embrapa Pantanal. Documentos, 113).

CASTRO, W. J. P.; VIANNA, E. F.; SALIS, S. M.; GALVANI, F.; LIMA, I. B. T. de. Composição florística e fauna associada das ilhas flutuantes livres, Rio Paraguai, Corumbá, MS. SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS; Campinas: ICS do Brasil, 2010. 1 CD-ROM SIMPAN 2010.

CASTRO, W. J. P.; VIANNA, E. F.; SALIS, S. M.; LIMA, I. B. T. de; GALVANI, F. Organismos vertebrados e invertebrados associados as macrófitas no Rio Paraguai, Corumbá, MS. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PANTANAL, 4.; SEMANA DA BIOLOGIA, 9., 2010, Corumbá. **Resumos ...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. p.32. (Embrapa Pantanal. Documentos, 108).

CATELLA, A.C.; ALBUQUERQUE, F.F. **Sistema de controle de pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS 2 – Ano de 1995.** Corumbá, MS: EMBRAPACAP/SEMA-FEMAP, 1999. 41p. (EMBRAPA-CPAP, Boletim de Pesquisa, 14).

_____. **Sistema de controle de pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS 3 – Ano de 1996.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal /SEMAFEMAP, 2000, 46p. (Embrapa Pantanal, Boletim de Pesquisa, 15).

_____. **Sistema de Controle de Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS – 4 – Ano de 1997.** Corumbá, MS: EMBRAPA PANTANAL/SEMA-FEMAP, 2000, 52p. (Embrapa Pantanal, Boletim de Pesquisa, 20).

CATELLA, A.C.; ALBUQUERQUE, F.F.; CAMPOS, F.L.R. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 5 - 1998.** Corumbá: EMBRAPA PANTANAL/SEMACT-FEMAP, 2001, 72p. (Embrapa Pantanal, Boletim de Pesquisa, 22).

_____. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 6 - 1999.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal; Campo Grande: SEMACT-IMAP, 2002, 60 p. (Embrapa Pantanal, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).

CATELLA, A.C.; DE FRANÇA, J.V. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 7 - 2000.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal; Campo Grande, MS: SEMACT-IMAP, 2002. 52p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

CATELLA, A.C.; ALBUQUERQUE, S.P. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 10 – 2003.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 56 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 75). Recurso eletrônico. Disponível em: < http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=BP75>. Acesso em 31 agosto 2011.

_____. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS - 11 – 2004.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, Campo Grande, MS: SEMAC - IMASUL, 2008 . 2008. 58 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 82). Recurso eletrônico. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=BP82>. Acesso em 31 agosto 2011.

_____. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul - SCPESCA/MS 13 – 2006.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal; Campo Grande, MS: SEMAC: IMASUL, 2010. 50 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215;100). Dados eletrônicos. Disponível em: < http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=BP100>. Acesso em 31 agosto 2011.

CATELLA, A.C.; PETRERE JR., M. Feeding patterns in a fish community of Baía da Onça a floodplain lake of the Aquidauana River, Pantanal, Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 3, n. 3, p. 229-237. 1996.

CAVALETT, O.; ORTEGA, E. Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 55-70. 2010.

CAVALETT, O.; QUEIROZ, J.F.; ORTEGA, E. Emergy assessment of integrated production systems of grains, pig and fish in small farms in the South Brazil. **Ecological Modelling**, v. 193, p. 205-224. 2006.

Chicago Climate Exchange Fees. Disponível em: <https://www.theice.com/publicdocs/ccx/CCX_Fees.pdf>. Acesso em: 13 outubro 2011.

Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC). Disponível em: <<http://cicplata.org>>. Acesso em: 31 agosto 2011.

CUNHA-SANTINO, M.B.; BIANCHINI JR., I. Modelos matemáticos aplicados aos estudos de decomposição de macrófitas aquáticas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 10, n. 2, p. 154-164. 2006.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro, Brasil, 1988. 602 p.

FRANCESCHINI, M.C.; POI de NEIFF, A.; GALASSI, M.E. Is the biomass of water hyacinth lost through herbivory in native areas important? **Aquatic Botany**, v. 92, p. 250-256. 2010.

Grupo de Combustíveis Alternativos (GCA). Relatório final do Projeto MCT/CNPq/CT-ENERG-52 578084/2008-2: Produção de biocombustíveis a partir de ilhas flutuantes de biomassa em planícies de inundação do Brasil: estudo de caso no Pantanal. **Relatório**. Campinas, 2011.

GIMENES, K.Z.; CUNHA-SANTINO, M.B.; BIANCHINI Jr., I. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 4, p. 1036-1073. 2010.

GOLDEMBERG, J.; TEIXEIRA COELHO, S. Renewable energy – traditional biomass vs. modern biomass. **Energy Policy**, v. 32, p. 711-714. 2004.

GONÇALVES, H. C.; MERCANTE, M. A.; SANTOS, E.T. Hydrological cycle. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1 (suppl.), p. 241-253. 2011.

GUNNARSSON, C. C.; PETERSEN C. M. Water hyacinths as a resource in agriculture and energy production: a literature review. **Waste Management**, v. 27, p.117-129. 2007.

HAMILTON, S.K.; SIPPEL, S.J.; CALHEIROS, D.F.; MELACK, J.M. An anoxic event and other biogeochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. **Limnology & Oceanography**, v.42, n.2, p. 257-272. 1997.

HAUKOOS, D. S. **Sustainable Architecture and its relationship to industrialized building**. University of Flórida. Gainesville, FL, 1995.

HOLLING, C.S. **The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change**. In: Munn, R.E. **Sustainable development of biosphere**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1986. P. 292-317.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/const/default.asp?z=t&o=14&i=P>>. Acesso em: 11 julho 2011.

Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, IMASUL. Diretoria de Desenvolvimento. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2008**. Campo Grande, MS, 2009. 240p.

IPCC: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. **Report**. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007. 104 p.

JØRGENSEN, S. E. **Fundamentals of Ecological Modelling**. Amsterdam ; New York: Elsevier ; New York, NY, U.S.A. Distributors for the U.S. and Canada, Elsevier Science, 1986. 391 p.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river floodplain systems. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 106, p. 110-127. 1989.

KOBAYASHI, J.T.; THOMAZ, S.M.; PELICICE, F.M. Phosphorus as a limiting factor for *Eichhornia crassipes* growth in the upper Paraná river floodplain. **Wetlands**, v. 28, n. 4, p. 905-913. 2008.

LIMA, I.B.T.; NOVO, E.M.L.M.; BINS, L. Multitemporal TM image analyses to assess the spatial and temporal dispersion of floating macrophytes in Brazilian hydroelectric reservoirs. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998. **Anais...** Santos, São Paulo. 1998. CDROM. INPE, p. 145-154.

LORBER, M.N., MISHOE, J.W., REDDY, P.R. 1984. Modeling and analysis of water hyacinth biomass. **Ecological Modelling**, 24: 61–77.

MALIK, A. Environmental challenge vis a vis opportunity: The case of water hyacinth. **Environment International**, v. 33, p. 122–138. 2007.

MAHUJCHARIYAWONG, J.; IKEDA, S. Modelling of environmental phytoremediation in eutrophic river – the case of water hyacinth harvest in Tha-chin River, Thailand. **Ecological Modelling**, v.142, p. 121-134. 2001.

MARANI, L.; ALVALÁ, P.C. Methane emissions from lakes and floodplains in Pantanal, Brazil. **Atmospheric Environment**, v. 41, p.1627–1633. 2007.

MARINHO, C.C.; PALMA SILVA, C.; ALBERTONI, E.F.; TRINDADE, C.R.; ESTEVES, F.A. Seasonal dynamics of methane in the water column of two subtropical lakes differing in trophic status. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 281-287. 2009.

MÁRMORA, M. M.; BARRETO, R. R.; SILVA, F. A. V.; OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Aporte para o Pantanal de Nutrientes e Sólidos Suspensos provenientes dos rios Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso – Brasil. VII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. **Anais...** SEB – Sociedade de Ecologia Brasileira, 20 a 25 de novembro de 2005, Caxambu – MG. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/615a.pdf>>. Acesso em 02 setembro 2011.

MARQUES, N. R. et al. Efeito de diferentes níveis de arraçoamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon Idella*) em condições experimentais. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 51 – 56. 2004.

MATARAZZO, D. C. **Análise Financeira de Balanço – Abordagem Básica e Gerencial**. 6º Edição. Editora Atlas, São Paulo, 2003. 459 p.

MITSCH, W.J. **Systems analysis of nutrient disposal in cypress wetlands and lake ecosystems in Florida**. 1975. 421 p. PhD Thesis – University of Florida, Gainesville, Florida.

MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G.; ANDERSON, C.J.; ZHANG, L. **Wetland Ecosystems**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2009. 295 p.

MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G. **Wetlands**. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 582 p.

MITSCH, W.J.; JØRGENSEN, S.E. **Ecological Engineering and Ecosystem Restoration**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2004. 411 p.

MOREIRA, M.M.; CHAVEZ, R.M.L.; SILVA, E.L.V.; BARRETO, R.R.; SILVA, F.A.V.; BARROS, L.F.; BARBOSA, D.S.; OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F. Caracterização limnológica dos rios Correntes e Piquiri (MT) em área de planalto e aporte de nutrientes e sólidos suspensos para o Pantanal. VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. **Anais...** SEB – Sociedade de Ecologia Brasileira, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1978.pdf>>. Acesso em: 02 setembro 2011.

MOURÃO, G.; COUTINHO, M.; MAURO, R.; CAMPOS, Z.; TOMÁS, W.; MAGNUSSON, W. Aerial surveys of caiman, marsh deer and pampas deer in the Pantanal Wetland of Brazil. **Biological Conservation**, v. 92, p. 175-183. 2000.

NAHLIK, A. M.; MITSCH, W.J. Tropical treatment wetlands dominated by free-floating macrophytes for water quality improvement in Costa Rica. **Ecological Engineering**, v. 28, p. 246-257. 2006.

NOGUEIRA, F.; ESTEVES, F.A.; PRAST, A.E. Nitrogen and phosphorus concentration of different structures of the aquatic macrophytes *Eichhornia azurea* Kunth and *Scirpus cubensis* Poepp & Kunth in relation to water level variation in Lagoa Infernã (São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 328, n. 3, p. 199-205. 1996.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.

ODUM, H.T. **Environmental Accounting: Emery and environmental decision making**. New York, USA: John Wiley, 1996. 384 p.

_____. **Systems Ecology: an introduction**. New York, USA: Wiley Interscience, 1983. 664 p.

ODUM, H.T.; ARDING, J.E. **Emery analysis of shrimp mariculture in Ecuador**. Report to Coastal Studies Institute, University of Rhode Island, Narragansett. Center for Wetlands, University of Florida, Gainesville. 1991. p. 87.

ODUM, H. T.; ODUM, E. C. **Modeling for all Scales: An introduction to system simulation**. San Diego, USA: Academic Press, 2000. 458 p.

ODUM, H.T., BROWN, M.T., BRANDT-WILLIAMS, S. **Introduction and global budget, Handbook of emery evaluation**. Folio nº 1. Gainesville, USA: Center for Environmental Policy, University of Florida; 2000.

ORTEGA, E. **Engenharia Ecológica: conceitos básicos e importância do trabalho de H. T. Odum**. In: Ortega, E. (Org). **Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável: Uma introdução à metodologia emergética usando estudos de casos brasileiros**. 2003. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/livroEE.htm>>. Acesso em: 31 agosto 2011.

_____. **Modelagem e simulação de Sistemas para estudantes de Engenharia, Biologia e Ciências Sociais**. 2007. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/ModSim/index.html>>. Acesso em: 31 agosto 2011.

ORTEGA, E.; CAVALETT, O.; BONIFÁCIO, R.; WATANABE, M. Brazilian Soybean Production: Emery Analysis with an Expanded Scope. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 25, n. 4, p. 323 – 334. 2005.

PADOVANI, C.A. **Dinâmica Espaço-Temporal das Inundações do Pantanal**. 2010. 174 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

PEREIRA, C.L.F.; ORTEGA, E. Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 77–82. 2010.

PETRUCIO, M.M.; ESTEVES, F.A. Uptake rates of nitrogen and phosphorous in the water by *Eichhornia crassipes* and *Salvinia auriculata*. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 229-236. 2000.

PRADO-JARTAR, M.A.; BROWN, M.T. Interface Ecosystems with an Oil Spill in a Venezuelan Tropical Savannah. **Ecological Engineering**, v.8, p. 49-78. 1996.

Projeto GEF Pantanal /Alto Paraguai. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/gefap/>>. Acesso em: 20 setembro 2010.

Puente Remanso – Rio Paraguay. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/photo/41655506?source=wapi&referrer=kh.google.com>>. Acesso em: 31 agosto 2011.

RAMIRES, J. R. S. **Transporte de bancos de macrófitas flutuantes em função do nível hidrométrico no rio Paraguai, Pantanal-MS**. 1993. 31p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Corumbá.

REDDY, K.R.; DEBUSK, T.A. State-of-the-art utilization of aquatic plants in water pollution control. **Water Science and Technology**, v. 19, p. 61-79. 1987.

REDDY, K.R.; DEBUSK, W.F. Growth characteristics of aquatic macrophytes cultured in nutrient-enriched water: I. water hyacinth, water lettuce, and pennywort. **Economic Botany**, v. 38, p. 229-239. 1984.

REID, J.; SOUSA JR, W. C. Investimentos em infra-estrutura e políticas de conservação no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1. 2005.

RESENDE, E.K. **Pulso de inundação: processo ecológico essencial à vida no Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2008. 16 p. (Embrapa Pantanal, Documentos, ISSN 1981-7223; n. 94). Recurso eletrônico. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC94.pdf>>. Acesso em: 31 agosto 2011.

ROMITELLI, M.S. Remoção de fósforo em efluentes secundários com emprego de macrófitas aquáticas do gênero *Eichhornia*. **Revista DAE**, v. 133, p. 66-68. 1983.

SAHA, S.(Das); JANA, B.B. Fish-macrophyte association as a low-cost strategy for wastewater reclamation. **Ecological Engineering**, v. 21, p. 21-41. 2003.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 2010. 194p.

SILVA, A.J.; NOGUEIRA, F.M.B.; FREITAS, J.L. Contribuição de *caiman crocodilus yacare* ao balanço de nutrientes em um ecossistema aquático do Pantanal Mato-grossense, Brasil. **UNICIÊNCIAS**, v.10, 2006.

SILVA, E.L.V.; MOREIRA, M.M.; BARRETO, R.R.; BARROS, L.F.; BARBOSA, D.S.; OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F. Aporte de nutrientes e sedimentos para o Pantanal - rios Cabaçal, Sepotuba e Jauru (MT). VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. **Anais...** SEB – Sociedade de Ecologia Brasileira, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/283.pdf>>. Acesso em: 02 setembro 2011.

SILVA, J.G. **Produção de biogás a partir da biodigestão anaeróbica da planta *Eichhornia crassipes***. 2003. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

SILVA, J.S.V.; ABDON, M.M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-Regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, Número Especial, p. 1703-1711. out 1998.

SOUZA, R.C.S.; VIANNA, E.F.; PELLEGRIN, L.A.; SALIS, S.M.; COSTA, M.; BERGIER, I. Localização de áreas permanentes de vegetação aquática na planície de inundação do Rio Paraguai e adjacências. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, Curitiba, PR. **Anais...** São José dos Campos, SP: MCT/INPE, 2011. DVD + Internet. p. 2036-2043

SOUZA, R.; VIANNA, E.; BRASIL, M.; PELLEGRIN, L. A.; SALIS, S. M.; COSTA, M.; LIMA, I. B. T. de. Avaliação da variabilidade de vegetação aquática na planície de inundação do Rio Paraguai. SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS; Campinas: ICS do Brasil, 2010. 1 CD-ROM SIMPAN 2010.

SOUZA, R. C. S. De; VIANNA, E. F.; LIMA, I. B. T. de. Localização de áreas permanentes de vegetação aquática na planície de inundação do Rio Paraguai. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PANTANAL, 4.; SEMANA DA BIOLOGIA, 9., 2010, Corumbá. **Resumos ...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. p.29. (Embrapa Pantanal. Documentos, 108).

STRÅSKRABA, M.; JØRGENSEN, S. E.; PATTEN, B. C. Ecosystems emerging: 2. Dissipation. **Ecological Modelling**, v. 117, p. 3–39. 1999.

Surface meteorology and solar energy, a renewable energy resource web site. Disponível em: <<http://eosweb.larc.nasa.gov>>. Acesso em: 10 junho 2011.

SWEENEY, S.; COHEN, M.J.; KING, D.; BROWN, M.T. Creation of a Global Emergy Database for Standardized National Emergy Synthesis. In (ed. M.T. Brown): 4TH BIENNIAL EMERGY RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** Gainesville, FL, USA, 2007, Center for Environmental Policy, p. 23.1 – 23.18.

THORP, J.H.; THOMS, M. C.; DELONG, M.D. **The Riverine Ecosystem Synthesis: Toward Conceptual Cohesiveness in River Science**. San Diego, USA: Elsevier, 2008. 232 p.

TILLEY, D. R.; BROWN, M.T. Dynamic emergy accounting for assessing the environmental benefits of subtropical wetland stormwater management systems. **Ecological Modelling**, v. 192, p. 327-361. 2006.

VIANNA, E. F.; SOUZA, R. C. S. de; CASTRO, W. J. P.; ISHII, I. H.; SALIS, S. M.; LIMA, I. B. T. de. Estimativa da exportação da biomassa de macrófitas aquáticas com imagens videográficas no Rio Paraguai, Pantanal, Corumbá-MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3., 2010, Cáceres. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2010. p. 16-20. Geopantanal 2010.

_____. Estimativa da exportação das fitomassas aquáticas usando imagens videográficas, no Rio Paraguai, Pantanal, Corumbá-MS. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PANTANAL, 4.; SEMANA DA BIOLOGIA, 9., 2010, Corumbá. **Resumos...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. p.26. (Embrapa Pantanal. Documentos, 108).

VIANNA, E. F.; BULLER, L. S.; SOUZA, R. C. S. de; SALIS, S. M.; LIMA, I. B. T. de. Variação temporal do transporte de vegetação aquática flutuante através do rio Paraguai, Corumbá, MS. SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS; Campinas: ICS do Brasil, 2010. 1 CD-ROM SIMPAN 2010.

WALTNER-TOEWS, D.; KAY, J.J. **Implementing the ecosystem approach: the diamond, AMESH, and their siblings**. In: WALTNER-TOEWS, D.; KAY, J.J.; LISTER, N.E. **The ecosystem approach: complexity uncertainty, and managing for sustainability**. New York, USA: Columbia University Press, 2008. 383 p.

WILSON, J.R.; HOLST, N.; REES, M. Determinants and patterns of population growth in water hyacinth. **Aquatic Botany**, v. 81, p. 51–67. 2005.

ZALEWSKI, M. 2000. Ecohydrology - the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial. **Ecological Engineering**, v. 16, p. 1-8. 2000.

ZALEWSKI, M. 2002b. Ecohydrology - the use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources. **Hydrological Sciences Journal**, v. 47, n. 5, p. 825-834. 2002.

10. APÊNDICES

10.1 APÊNDICE A: Modelo de sistema fechado: crescimento e colheita periódica de aguapé

O texto a seguir refere-se a estudo preliminar que foi realizado para o entendimento e modelagem da dinâmica de crescimento e colheita de biomassa de aguapé em sistema fechado.

Este estudo analisa o crescimento do aguapé em tanques dentro de uma lagoa facultativa com água que apresenta elevada carga de nutrientes proveniente de esgoto doméstico, as experiências ocorreram no Nordeste da Índia nos anos 1997 e 1998 (SAHA; JANA, 2003). O crescimento do aguapé foi medido em tanques fechados nos quais foram estabelecidas três situações; (a) aguapé em associação com peixes com colheita periódica de biomassa, (b) aguapé sem peixes sem colheitas intermediárias, (c) aguapé em associação com peixes sem colheita periódica de biomassa. A análise ecossistêmica permitiu desenvolver um modelo para a simulação do crescimento da biomassa do aguapé e da remoção de nutrientes para cada situação.

O diagrama sistêmico, **Figura A**, representa a etapa de crescimento do aguapé e, conseqüentemente, a produção e colheita periódica de biomassa e remoção de nutrientes. Para simular o modelo sem colheita e sem peixes, os diagramas requerem a supressão dos elementos não considerados sendo os demais laços e interações do sistema mantidos, conforme **Figura B**. Os modelos foram desenvolvidos primeiramente em planilha eletrônica de cálculos e permitiram a obtenção de coeficientes que permitiram boa aproximação entre os resultados dos modelos e os dados experimentais. Depois disso, foi desenvolvido um programa de simulação em linguagem *Basic* para Windows (*True Basic Bronze* versão 5.5).

Os dados experimentais usados para verificar os modelos foram obtidos de uma pesquisa sobre crescimento e colheita periódica de aguapé em associação com carpas, em uma região tropical no Sul da Índia, na qual, 18 tanques foram instalados durante 16 semanas em lagoa que recebia esgoto doméstico (SAHA; JANA, 2003). O experimento monitorou crescimento de biomassa, remoção de nutrientes, com e sem colheita periódica de aguapé, com e sem associação com carpas. O ambiente inicial era altamente eutrófico, caracterizado por elevados níveis de fósforo, nitrogênio e carbono (**Tabela A**).

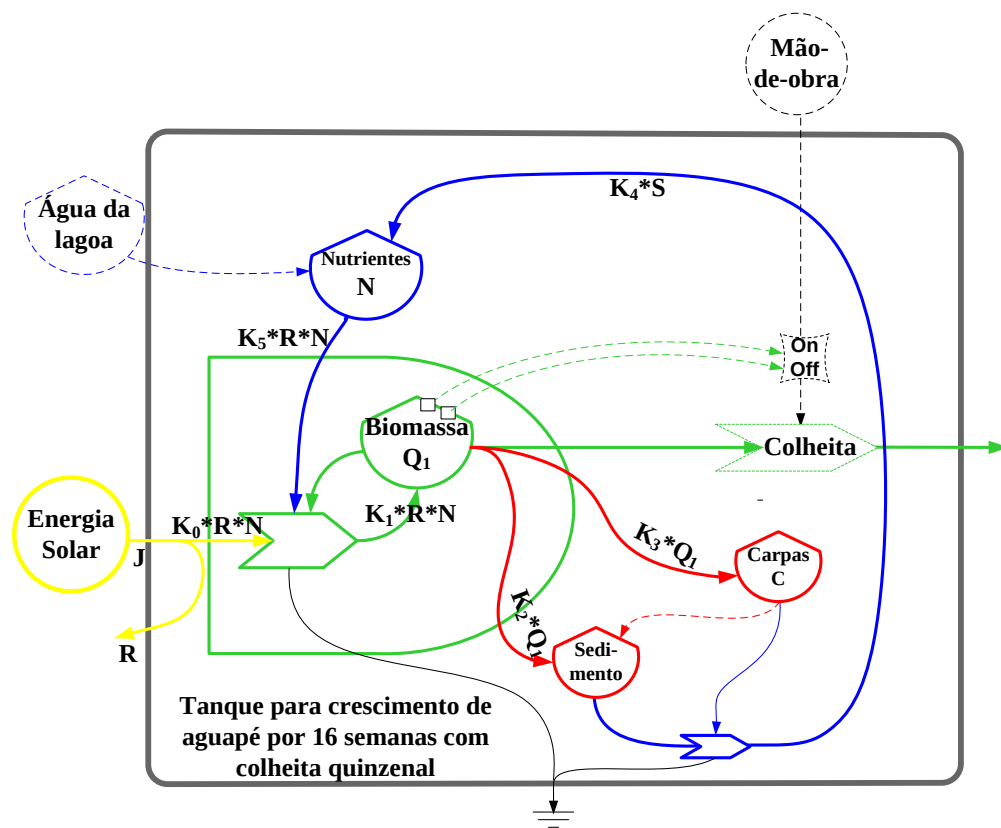
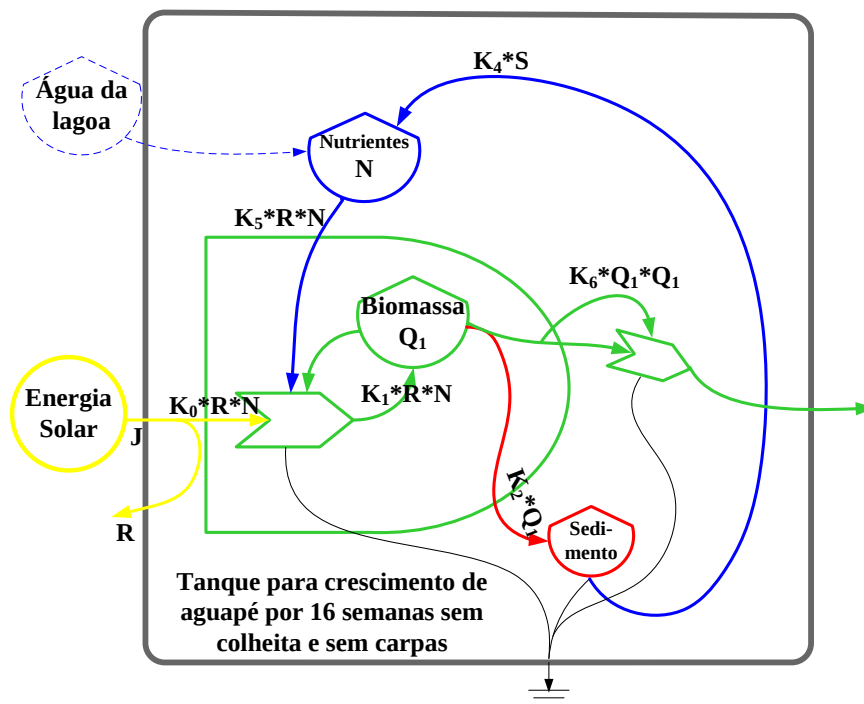


Figura A: Diagrama Sistêmico (Modelo 1)



Para a modelagem do sistema considerou-se somente o fósforo contido no estoque de nutrientes, pois é considerado como o principal fator limitante à produção primária em ambientes aquáticos (KOBAYASHI et al, 2008; ESTEVES, 1988) e um fator chave na eutrofização de águas (ESTEVES, 1988).

Uma consideração adicional foi que em sistema com criação de peixes, a sedimentação do fósforo é de, no máximo, 10%, o que está de acordo com os dados experimentais (SAHA; JANA, 2003) que apontam carga de fósforo de 14 mg/100 g de sedimento. A sedimentação do nitrogênio é o mecanismo dominante de remoção deste nutriente e em sistemas sem a criação de peixes alcança 37%; enquanto 30 a 32% da carga de fósforo vai para o sedimento (REDDY; DEBUSK, 1987).

Considerou-se que os tanques de ensaio eram fechados nas laterais e no fundo e alimentados em uma única batelada com água da lagoa. O estoque de sedimento inicial foi considerado como sendo zero e considerou-se que sua formação decorre da decomposição do aguapé e dos excrementos dos peixes.

O aguapé foi colhido quinzenalmente para reduzir a biomassa até a quantidade inicial (590g por tanque de 500 litros). O máximo rendimento no crescimento do aguapé é obtido por colheitas periódicas para manter a densidade da população próxima ao valor de saturação em um corpo de água fechado (MAHUJCHARIYAWONG; IKEDA, 2001). A capacidade de suporte máxima obtida no sistema sem colheita foi avaliada em 2,5 a 2,7 kg por tanque de ensaio (SAHA; JANA, 2003); valor próximo ao constatado por Mitsch (1975) que simulou que a decomposição do aguapé em condições de alta densidade populacional, acima de $2,67 \text{ kg/m}^2$, se iguala à produção de biomassa e por Lorber et al. (1984) que modelou a produção de detritos em condições de superpopulação ocorrendo acima da densidade de $2,4 \text{ kg/m}^2$.

Em alguns tanques, foram introduzidos alevinos de carpas herbívoras e onívoras com peso fresco inicial de 80 g por tanque de ensaio. Considerou-se para a modelagem que não houve morte de nenhum destes alevinos que seguiram crescendo por todo o tempo dos ensaios até o nível experimental (de 150 até 350g) observado por Saha e Jana (2003). O nível mais indicado para a alimentação de carpas é o equivalente a 6% de seu peso fresco (MARQUES et al., 2004); este valor foi o assumido na modelagem.

A seqüência de cálculos e as equações estão representadas pelo fluxograma da **Figura C**. Para as variações do modelo relacionadas às diferentes associações planta e peixes com e sem colheita, o fluxograma básico foi mantido e os cálculos simplesmente suprimiram os estoques e equações correspondentes aos peixes e à colheita de acordo com o sistema estudado.

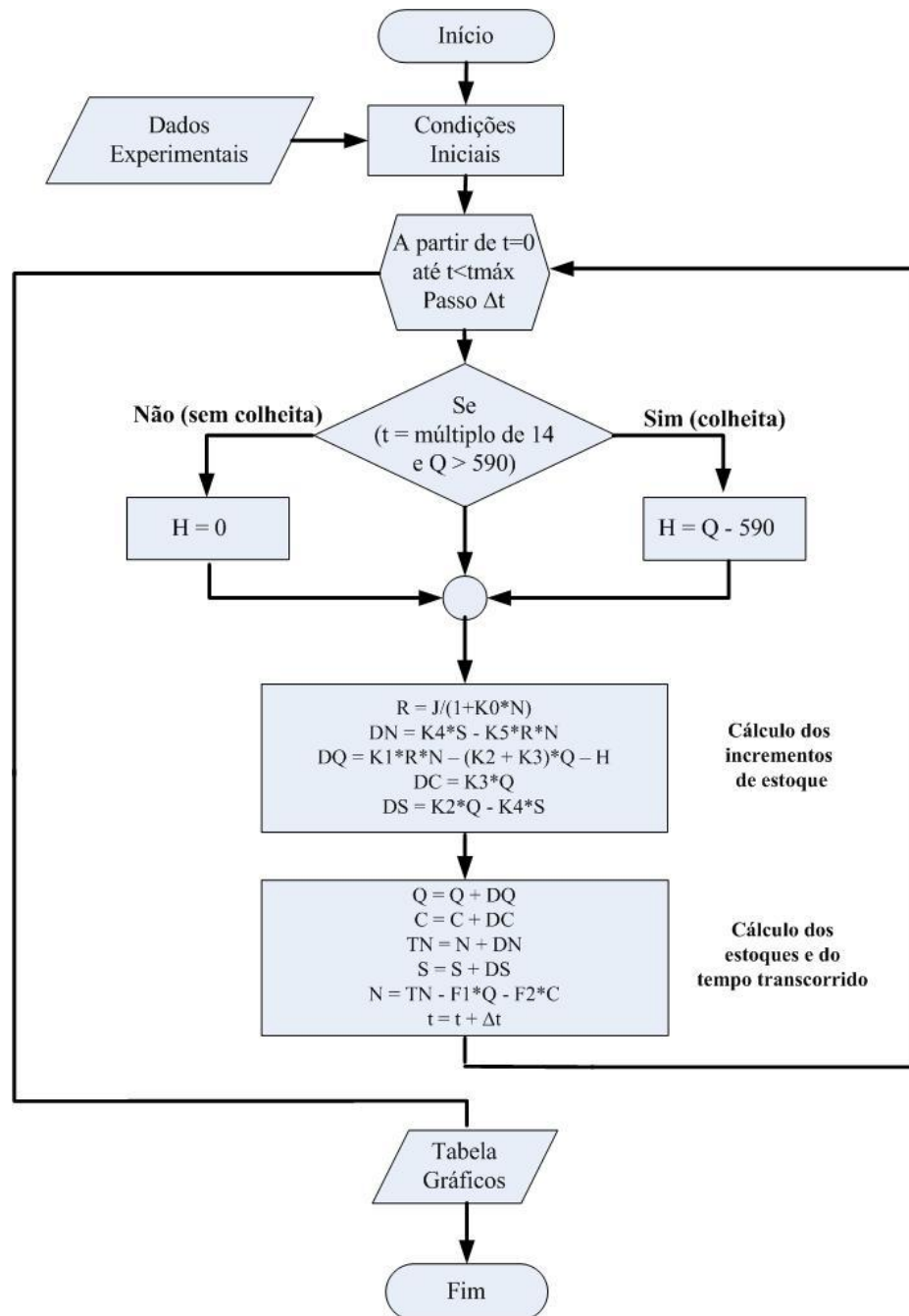


Figura C: Fluxograma

Os coeficientes obtidos para os modelos (**Tabela B**) foram ajustados até que os resultados do modelo comparados com os dados experimentais indicassem boa aproximação entre as curvas (**Figuras D e E**).

Tabela B: Coeficientes ajustados aos modelos

Processo	Coeficiente	Mod. 1: aguapé e peixes, com colheita	Mod. 2: aguapé sem peixes, sem colheita	Mod. 3: aguapé e peixes, sem colheita
Uso de energia solar	K0	0,0360	0,0360	0,0360
Produção de biomassa	K1	0,0370	0,0100	0,0105
Produção de detritos	K2	0,0085	0,0150	0,0150
Consumo de P pelos peixes	K3	0,0010	---	0,0004
Ressuspensão de P	K4	0,0100	0,0050	0,0080
P para fotossíntese	K5	0,0070	0,0063	0,0080
Perdas quadráticas	K6	0	0,00005	0,00003
Excrementos dos peixes	K7	0,0001	0	0,0001

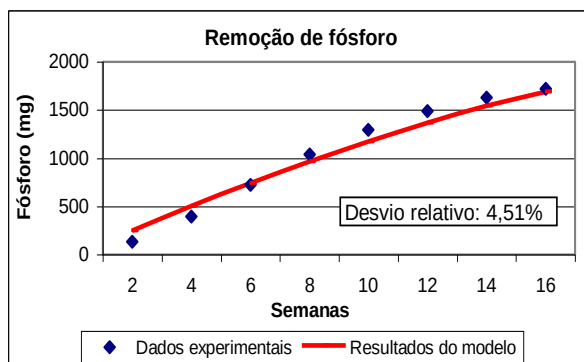
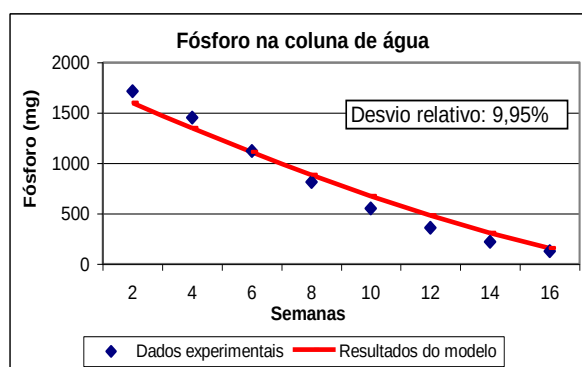
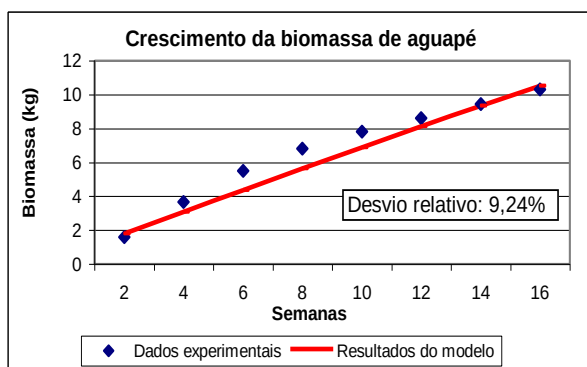


Figura D: Comparação dos resultados do modelo 1 com os dados experimentais

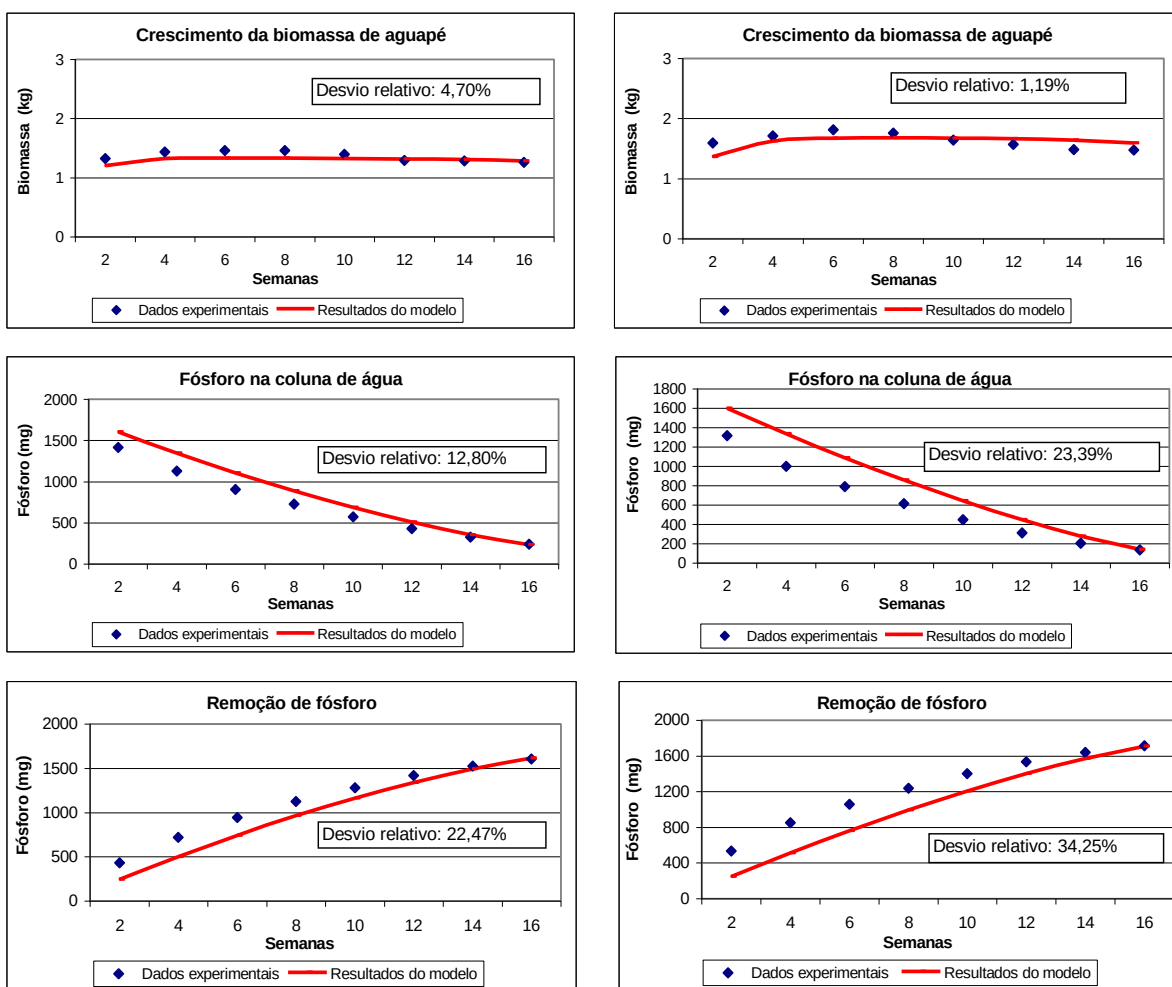


Figura E: Comparação dos resultados dos modelos 2 e 3 com os dados experimentais

Os resultados obtidos para o crescimento da biomassa, **figuras F e G**, demonstram que a colheita periódica aumenta a produtividade do aguapé.

O principal resultado está relacionado ao rendimento obtido na produção de biomassa em virtude da colheita periódica. Este resultado está representado na **figura F** como uma soma de sucessivos ciclos de crescimento e colheita.

Na **figura G** observa-se que o perfil de crescimento do sistema com colheita periódica aponta para um crescimento muito acima do nível obtido sem colheita. As curvas para os sistemas sem colheita são sigmoidais correspondendo ao modelo de crescimento populacional logístico

enquanto no sistema com colheita periódica a curva é uma reta e corresponderia a um segmento de curva do modelo exponencial de crescimento populacional.

A produtividade do sistema com colheita é 6 vezes maior do que nos sistemas sem colheita; nestes, o crescimento da biomassa do aguapé alcança o máximo de aproximadamente 1,6 kg enquanto o sistema com colheita resulta em 10,5 kg de biomassa acumulada no mesmo período de 16 semanas ou 112 dias. O crescimento excessivo do aguapé nos sistemas sem colheita causa acumulação de matéria orgânica e decréscimo no nível de oxigênio na coluna de água mantendo a eutrofização do ambiente, além disto, o crescimento é limitado ao espaço livre existente no sistema de estudo. A maior produtividade de biomassa em sistemas com colheita implica na necessidade de esforços humanos adicionais, mão-de-obra, em comparação ao que seria necessário em sistema sem retirada de biomassa.

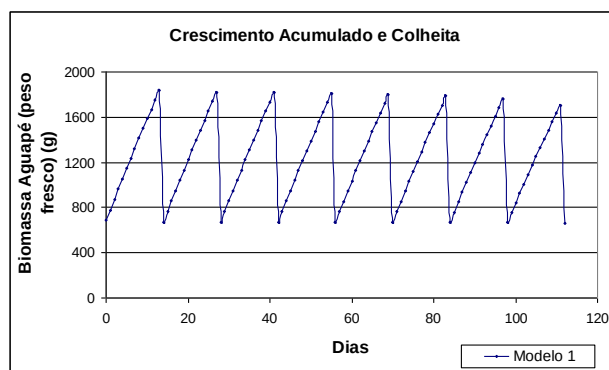


Figura F: Crescimento da biomassa de aguapé (Modelo 1)

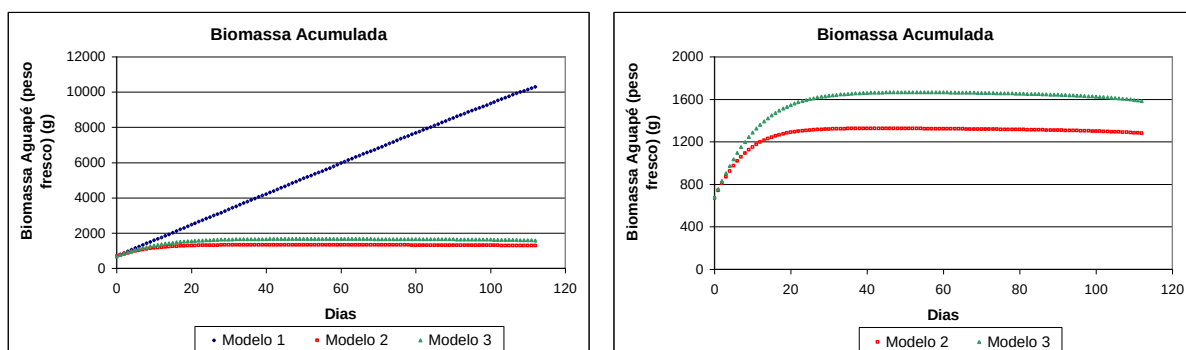


Figura G: Comparação do crescimento da biomassa de aguapé

Segundo os modelos desenvolvidos, quando não há colheita a geração de detritos (**figura H**) é duas vezes maior que no sistema com colheita. Embora a concentração de fósforo na coluna de água seja similar nos sistemas sem colheita e com colheita (**figura I**), não existe remoção efetiva de fósforo, pois este fica “preso” nos detritos. Nos sistemas sem colheita o fósforo permanece nos detritos e na biomassa do aguapé enquanto no sistema com colheita existe efetiva remoção de fósforo do sistema com a colheita da biomassa.

O maior crescimento dos peixes no sistema com colheita (**figura J**) indica que o ambiente é mais propício uma vez que a qualidade da água melhora sensivelmente tanto em relação ao nível de oxigênio como em relação às populações da comunidade bentônica associadas ao sistema (SAHA; JANA, 2003).

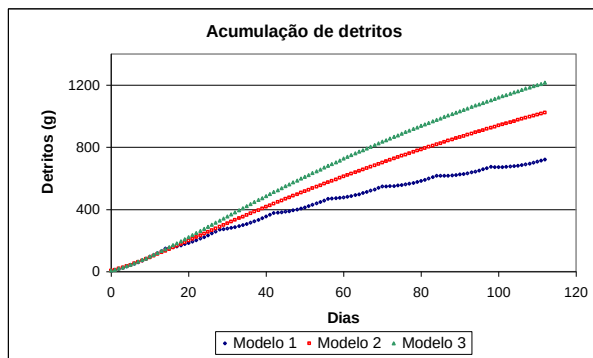


Figura H: Acumulação de detritos

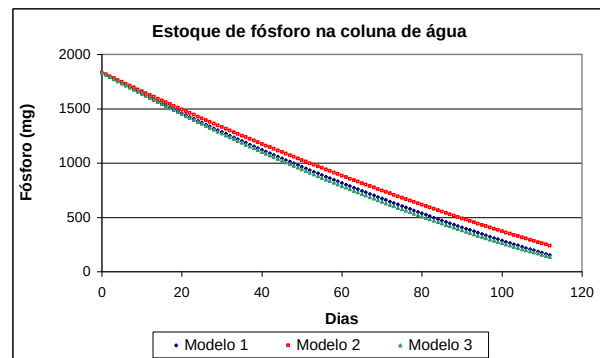


Figura I: Fósforo na coluna de água

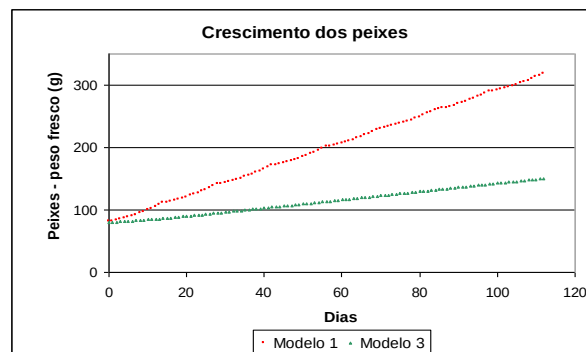


Figura J: Crescimento de peixes

Programa em *True Basic* para o sistema fechado:

```

! *** HYACINTHGROWTH 4.TRU, by Luz Selene Buller, July, 2010
! *** Water Hyacinth Growth Dynamics
! *** Set up data array
OPTION BASE 0
DIM m1(0,0)          ! Array for storing calculations
LET Q = 590           ! Initial Biomass
LET N = 1850          ! Nutrients (initial)
LET S = 0             ! Sediment (initial)
LET C = 80            ! Carps Weight (initial)
LET J = 100           ! Solar Energy
LET R = 10            ! Unused energy
LET F1 = 0.00025       ! Fraction of nutrients immobilized in wt hyacinth tissues
LET F2 = 0.00129       ! Fraction of nutrients immobilized in carp tissues
LET K0 = 0.036         ! Coefficient for energy use
LET K1 = 0.037         ! Coefficient for biomass production
LET K2 = 0.0085        ! Coefficient for sediment production
LET K3 = 0.0017        ! Coefficient for carp's nutrients consumption
LET K4 = 0.01          ! Coefficient for nutrients release from sediment
LET K5 = 0.007         ! Coefficient for nutrients for photosynthetic production
LET K7 = 0.0001        ! Coefficient for input of nutrients through fish excrements
LET G1 = 590           ! Periodic Harvesting until this quantity of biomass
PRINT
PRINT " m1(.) column format is:"
PRINT " t,      Q,      N,      R,      S,      C,      H"
PRINT
! *** Size the data array
INPUT prompt " Enter t max (i.e. 114) ? ": tmax
PRINT
! *** Calculate store data points
FOR t = 0 to tmax
  MAT redim m1(t, 6)
  LET H = Q - G1       ! H means Periodic Harvest
  IF t<> 14 and t<> 28 and t<> 42 and t<> 56 and t<> 70 and t<> 84 and t<> 98 and t<> 112 then LET H = 0
  LET R = J / (1 + K0*N)
  LET DN = K4*S - K5*R*N + K7*C
  LET DQ = K1*R*N - (K2 + K3)*Q - H
  LET DC = K3*Q
  LET DS = K2*Q - K4*S
  LET Q = Q + DQ
  LET C = C + DC
  LET S = S + DS
  LET TN = N + DN
  LET N = TN - F1*Q - F2*C
  LET m1(t,0)=t
  LET m1(t,1)=Q
  LET m1(t,2)=N
  LET m1(t,3)=R
  LET m1(t,4)=S
  LET m1(t,5)=C
  LET m1(t,6)=H
  PRINT " "; m1(t,0), m1(t,1), m1(t,2), m1(t,3), m1(t,4), m1(t,5), m1(t,6)
NEXT t
PRINT

```

```

PRINT " Data array is completed, graphs follow ..."
PAUSE 3
CLEAR
! *** Setup graphic boxes
SET WINDOW -20,170,0,9000
SET COLOR 2
BOX LINES 0,150, 1000,4500
SET COLOR 5
BOX LINES 0,150, 4550,6550
SET COLOR 6
BOX LINES 0,150, 6600,7600
SET COLOR 1
BOX LINES 0,150,7650,8650
! *** Plot data points
FOR t=0 to tmax
    PLOT POINTS: t, 1000+m1(t,1) ! Plot Q data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
    PLOT POINTS: t, 4550+m1(t,2) ! Plot N data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
    PLOT POINTS: t, 6600+m1(t,4) ! Plot S data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
    PLOT POINTS: t, 7650+m1(t,5) ! Plot C data points
NEXT t
SET COLOR 2
PLOT TEXT, AT 10,4100: "Water Hyacinth Biomass"
SET COLOR 5
PLOT TEXT, AT 10, 6150: "Nutrients"
SET COLOR 6
PLOT TEXT, AT 10,7200: "Sediment"
SET COLOR 1
PLOT TEXT, AT 10,8250: "Carps Biomass"
SET COLOR 0
PLOT TEXT, AT 10,500: "True BASIC program HyacinthGrowth.tru"
END

```

10.2 APÊNDICE B: Programa em *True Basic* para o modelo de sistema aberto

```

! *** WHGROWTH&PREMOVAL_5.TRU, by Luz Selene Buller, October, 2011
! *** Water Hyacinth Growth Dynamics and Phosphorous Removal in Pantanal's Study Area
! *** Set up data array
OPTION BASE 0
DIM m1(0,0)                ! Array for storing calculations
LET QMIN = 0.98000          ! Minimum biomass production
LET QMAX = 127.00000        ! Maximum biomass production
LET QAMP = 64.00000         ! Amplitude for biomass
LET QVAR = 63.00000         ! Variation for biomass
LET SCLF = 0.52333          ! Scale factor
LET NMIN = 46.2             ! Minimum phosphorous input
LET NMAX = 414              ! Maximum phosphorous input
LET NAMP = 230.1            ! Amplitude for phosphorous
LET NVAR = 183.9            ! Variation for phosphorous
LET D = 0                   ! Detritus (initial)
LET C1 = 0                  ! Fish biomass (in this first case it was disconsidered)
LET C2 = 2543.97            ! Yacare cayman biomass (in this first study it was considered as a constant
value)
LET J = 100                 ! Solar Energy
LET R = 6                   ! Albedo - Unused energy
LET F1 = 0.00162            ! Fraction of phosphorous immobilized in wt hyacinth tissues
LET K0 = 0.05               ! Coefficient for energy use
LET K1 = 10.5               ! Coefficient for biomass production
LET K2 = 65                 ! Coefficient for biomass conversion into detritus
LET K3 = 25                 ! Coefficient for biomass consumption (herbivory)
LET K4 = 1.0                ! Coefficient for phosphorous release from sediment
LET K5 = 0.00001            ! Coefficient for phosphorous release from consumers (cycling)
PRINT
PRINT " m1(,) column format is:"
PRINT " t,      Q2 (X10^4),      N1,      R,      D,      H,      B,      P"
PRINT
! *** Size the data array
INPUT prompt " Entre o NÚMERO DE MESES (máx 27) ? ": tmax
PRINT
! *** Calculate store data points
FOR t = 1 to tmax
  MAT redim m1(t, 7)
  LET Q1 = (QAMP + QVAR*sin(6.28/SCLF*(t)))
  LET Q2 = Q1*10
  LET N1 = NAMP + NVAR*sin(6.28/SCLF*(t+2))
  LET R = J/(1+K0*N1)
  LET DN = N1 + K5*C2 + K4*D - K1*R*P*F1
  LET DQ = K1*R*P - (K2 + K3)*Q
  LET DD = K2*Q1*F1 - K4*D
  LET D = D + DD
  LET H = K3*Q1*F1
  LET B = K1*R*DN*F1 - H - D
  LET P = N1 - B
  LET m1(t,0)=t
  LET m1(t,1)=Q2
  LET m1(t,2)=N1
  LET m1(t,3)=R
  LET m1(t,4)=D
  LET m1(t,5)=H

```

```

LET m1(t,6)=B
LET m1(t,7)=P
PRINT " "; m1(t,0), m1(t,1), m1(t,2), m1(t,3), m1(t,4), m1(t,5), m1(t,6), m1(t,7)
NEXT t
PRINT
PRINT " Data array is completed, graphs follow ..."
PAUSE 3
CLEAR
! *** Setup graphic boxes
SET WINDOW 0,30,0,9000
SET COLOR 2
BOX LINES 0,27, 2500,350
SET COLOR 5
BOX LINES 0,27, 2700,3800
SET COLOR 6
BOX LINES 0,27, 5000,4000
SET COLOR 1
BOX LINES 0,27,5200,6200
SET COLOR 4
BOX LINES 0,27,6400,7600
SET COLOR 3
BOX LINES 0,27,7800,8900
! *** Plot data points
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 450+m1(t,1) ! Plot Q2 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 2800+m1(t,2) ! Plot N1 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 4100+m1(t,4) ! Plot D data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 5300+m1(t,5) ! Plot H data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 6500+m1(t,6) ! Plot B data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 7800+m1(t,7) ! Plot P data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 460+m1(t,1) ! Plot Q2 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 2810+m1(t,2) ! Plot N1 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 4110+m1(t,4) ! Plot D data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 5310+m1(t,5) ! Plot H data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 6510+m1(t,6) ! Plot B data points
NEXT t

```

```

FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 7810+m1(t,7) ! Plot P data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 470+m1(t,1) ! Plot Q2 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 2820+m1(t,2) ! Plot N1 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 4120+m1(t,4) ! Plot D data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 5320+m1(t,5) ! Plot H data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 6520+m1(t,6) ! Plot B data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 7820+m1(t,7) ! Plot P data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 480+m1(t,1) ! Plot Q2 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 2830+m1(t,2) ! Plot N1 data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 4130+m1(t,4) ! Plot D data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 5330+m1(t,5) ! Plot H data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 6530+m1(t,6) ! Plot B data points
NEXT t
FOR t=0 to tmax
  PLOT POINTS: t, 7830+m1(t,7) ! Plot P data points
NEXT t
SET COLOR 2
PLOT TEXT, AT 0,2200: "Water Hyacinth Biomass"
SET COLOR 5
PLOT TEXT, AT 0, 3500: "Total P input"
SET COLOR 6
PLOT TEXT, AT 0,4700: "P in detritus"
SET COLOR 1
PLOT TEXT, AT 0,5800: "P consumed by herbivory"
SET COLOR 4
PLOT TEXT, AT 0,7200: "P in hyacinth biomass"
SET COLOR 3
PLOT TEXT, AT 0,8600: "P in water column"
SET COLOR 0
PLOT TEXT, AT 0,100: "True BASIC program HyacinthGrowth.tru"
END

```

10. 3 APÊNDICE C: Memorial de cálculos da avaliação emergética da produção de biomassa

Tabela dos fluxos emergéticos

Entradas	Fluxo	Unidade	Intensidade emergética (seJ/unidade)	Referência (*)	Energia (seJ/ano)	%	Energia (Em\$/ano)
Recursos Naturais Renováveis - R							
Entradas da atmosfera					6,95E+21	5	5,89E+08
R1 Energia solar	1,40E+20	J/ano	1,00E+00	Odum, 1996	1,40E+20	0,1	1,19E+07
R2 Vento, energia cinética	1,22E+18	J/ano	2,51E+03	Odum, 1996	3,07E+21	2,2	2,60E+08
R3 Chuva, potencial químico	1,19E+17	J/ano	3,06E+04	Odum, 1996	3,63E+21	2,6	3,08E+08
R4 Chuva, energia potencial	6,59E+15	J/ano	1,76E+04	Odum, 1996	1,16E+20	0,1	9,84E+06
Entradas da bacia					1,32E+23	95,0	1,12E+10
R5 Fósforo (pulso + rio)	2,63E+06	kg/ano	4,87E+16	Brandt-Williams, 2000	1,28E+23	92,5	1,09E+10
R6 Fluxo de água, potencial químico	1,96E+16	J/ano	8,14E+04	Odum, 1996	1,60E+21	1,2	1,35E+08
R7 Fluxo de água, energia potencial	4,08E+16	J/ano	4,68E+04	Odum, 1996	1,91E+21	1,4	1,62E+08
Energia Total da Natureza					1,39E+23	100	1,17E+10
Soma maior contribuição da atmosfera e entrada de fósforo					1,32E+23		1,12E+10
Serviços da economia -S					1,09E+20	100	9,28E+06
S1 Pescadores Profissionais	7,41E+10	J/ano	3,72E+08	Calculada	2,76E+19	25,2	2,34E+06
S2 Pescadores Esportivos	6,69E+11	J/ano	1,22E+08	Calculada	8,19E+19	74,8	6,94E+06

Saídas	Fluxo	Unidade	Energia (J/kg)	Energia (J/ano)	Fator de uso emergético (%)	Energia alocada Base Energia (seJ/ano)	Energia alocada (Em\$/ano)
P1 Biomassa de aguapé	7,68E+10	kg MS/ano	1,41E+07	1,08E+18	13,53%	1,78E+22	1,51E+09
P2a Peixes capturados (Pesca Profissional)	8,31E+04	kg MF/ano	2,09E+07	1,74E+12	0,00002%	2,76E+19	2,34E+06
P2b Peixes capturados (Pesca Esportiva)	2,21E+05	kg MF/ano	2,09E+07	4,63E+12	0,00006%	8,20E+19	6,95E+06
P3 Água	4,08E+13	kg/ano	1,69E+05	6,91E+18	86,47%	1,14E+23	9,65E+09

NO CASO DE P2 SOMA-SE A ENERGIA DA CONTRIBUIÇÃO DOS SERVIÇOS DA ECONOMIA - ESFORÇO DE PESCA

Intensidade emergética

Calculadas com a maior contribuição - pot. quím. chuva, input de fósforo e considerando o % de energia alocada baseado em energia

T1	Biomassa de aguapé produzida =	2,32E+11	seJ/kg	
T1	Biomassa de aguapé produzida =	1,65E+04	seJ/J	
T1	Biomassa de aguapé produzida =	0,0197	Em\$/kg	19,66 Em\$/ton
T2a	Peixes (pesca profissional) =	3,32E+14	seJ/kg	
T2a	Peixes (pesca profissional) =	1,59E+07	seJ/J	
T2a	Peixes (pesca profissional) =	28,16	Em\$/kg	28155,66 Em\$/ton
T2b	Peixes (pesca esportiva) =	3,70E+14	seJ/kg	
T2b	Peixes (pesca esportiva) =	1,77E+07	seJ/J	
T2b	Peixes (pesca esportiva) =	31,37	Em\$/kg	31374,90 Em\$/ton
T3	Água =	5,65E+05	seJ/J	
T3	Água =	0,00024	Em\$/kg	0,24 Em\$/ton

(*) Os valores das transformidades foram atualizados de acordo com o baseline revisado por Odum et.al, 2000.
Em\$ = Emdólar para Brasil = 1,18E+13 seJ/US\$, referência: Sweeney et. al., 2007

Cálculos dos valores de fluxo:

Área de estudo= 17948,50 Km²
1,79E+10 m²

R1 - Energia Solar				
Valor anual médio =	8,29E+09	J/m²/ano	Referência:	Nasa (http://eosweb.larc.nasa.gov) para Latitude 18°; Longitude 57,9°
Albedo =	6	%	Referência:	Nasa (http://eosweb.larc.nasa.gov) para Latitude 18°; Longitude 57,9°
Luz Incidente =	100	%	Considerou-se que não existe interceptação da radiação pela vegetação por se tratar de área com predominância de água aberta	
Fluxo de Energia solar = valor anual médio * (1-albedo/100) * área de estudo				
Fluxo de Energia solar =	1,40E+20	J/ano		
R2 - Energia cinética do vento				
Velocidade anual média =	7,1	m/s	Referência:	Nasa (http://eosweb.larc.nasa.gov) para Latitude 18°; Longitude 57,9°
Vento geostrópico = 1,67 * velocidade média =	11,857	m/s		
Altura da camada limite =	1000	m		
Densidade do ar =	1,3	kg/m³		
Coefficiente de arraste =	1,00E-03			
Conversão seg. para ano =	3,14E+07			
Fluxo energia vento = (velocidade vento geost.)³ * densidade do ar * coeficiente de arraste * conversão unidade tempo * área				
Fluxo de energia cin.do vento =	1,22E+18	J/ano		
R3 - Potencial químico da chuva				
Precipitação =	1,338	m/ano	Referência:	Hidroweb, ANA, média de 50 anos dos dados históricos
Energia livre de Gibbs =	4,94	J/g		
Densidade da água =	1,00E+06	g/m³		
Fluxo do pot. quim. da chuva = precipitação * energia livre de Gibbs * densidade da água * área				
Fluxo do pot. quim. da chuva =	1,19E+17	J/ano		
R4 - Energia potencial da chuva				
Precipitação =	1,338	m/ano	Referência:	Hidroweb, ANA, média de 50 anos dos dados históricos
Elevação média =	70	m	Referência:	Doc 18 Embrapa, Calheiros e Fonseca Jr.
Densidade da água =	1,00E+03	kg/m³		
Força da gravidade =	9,8	m/s²		
Coef. escoamento superficial =	40	%	Referência:	Tabela de coeficente de runoff em função da declividade, do tipo de solo e vegetação. Na região de estudo: declividade inferior a 5%, solo argiloso eutrófico, vegetação típica do ecótono (aquática e rasteira)
Fluxo do geopotencial da chuva = precipitação * elevação média * escoamento superficial * gravidade * área * densidade				
Fluxo do geopotencial da chuva =	6,59E+15	J/ano		
R5 - Nutriente = Fósforo trazido pelo pulso + fósforo existente no rio				
PT total aportado =	2,63E+06	kg P/ano	Referência:	Modelo do crescimento do aguapé e remoção de P (Buller, 2011)
R6 - Potencial químico do rio				
Precipitação =	1,338	m/ano	Referência:	Precipitação média anual da BAP, Hidroweb, ANA, média de 50 anos dos dados históricos
Evapotranspiração (EVT) =	1,117	m/ano	Referência:	EVT média anual da Estação Corumbá. Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul.
Balanço hídrico = Precipitação - EVT =	0,221	m/ano	Campo Grande, MS: Editora UEMS, 2010. 194 p.	
Energia livre de Gibbs =	4,94	J/g		
Densidade da água =	1,00E+06	g/m³		
Fluxo do pot. quim. da chuva = balanço hídrico * energia livre de Gibbs * densidade da água * área				
Fluxo do pot. quim. da chuva =	1,96E+16	J/ano		

R7 - Energia potencial do rio				
Fluxo =	5,94E+10 m³/ano	Referência:	Vazão Média Porto da Manga, dados ANA, média de 1993 a 2003	
Elevação média =	70 m	Referência:	Calheiros e Fonseca Jr., 1996	
Densidade da água =	1,00E+03 kg/m³			
Força da gravidade =	9,8 m/s²			
Fluxo da energia potencial do rio = vazão * elevação média * gravidade * densidade				
Fluxo do geopotencial da chuva =	4,08E+16	J/ano		
S1 - Pescadores profissionais				
10 dias de pesca				
590 pescadores profissionais	Referência: Estimado sobre Boletins SCPESCA			
Consumo calórico =	3000 kcal/dia =	125,00 kcal/h		
1 kcal =	4186 J			
Fluxo anual =	590 pescadores * 545 R\$/mês * 12 meses/ano * (1/ 1,65 R\$/US\$) * 1,18E+13 seJ/US\$			
Fluxo anual =	2,76E+19 seJ/ano			
Salário mínimo =	545,00 R\$/mês	Referência:	Valor vigente no Brasil em julho de 2011	
No. de salários mínimos do pescador =	1,0 Salários mínimos	Referência:	Consideração da autora	
Salário do pescador =	545 R\$/mês			
Meses de trabalho/ano =	12 meses	Referência:	Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011	
Emdólar Brasil =	1,18E+13 seJ/US\$	Referência:	Sweeney et al., 2007	
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$	Referência:	Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011	
Energia aplicada pelos pescadores =	3000 kcal/(dia.pessoa) * 10 dias/ano * 4186 J/kcal * 590 pescadores = 7,41E+10 J/ano			
Energia aplicada pelos pescadores =	7,41E+10 J/ano			
Transformidade =	Fluxo anual/Energia aplicada			
Transformidade =	3,72E+08 seJ/J			
S2 - Pescadores esportivos				
5 dias de pesca				
12781 pescadores profissionais	Referência: Estimado sobre Boletins SCPESCA			
Consumo calórico =	2500 kcal/dia =	104,17 kcal/h		
1 kcal =	4186 J			
Fluxo anual =	10 salários mínimos * 545 R\$/mês * 12 meses/ano * (1/1,65 R\$/US\$)* 1,18E+13 seJ/US\$ * 1/365 = 1,28E+15 seJ/dia.pessoa			
Fluxo anual =	12871 pescadores * seJ/dia.pessoa * 5 dias/ano			
Fluxo anual =	8,19E+19 seJ/ano			
Transformidade				
Salário mínimo =	545,00 R\$/mês	Referência:	Valor vigente no Brasil em julho de 2011	
No. de salários mínimos do pescador =	10,0 Salários mínimos	Referência:	Consideração da autora	
Salário do pescador =	5450 R\$/mês			
Meses de trabalho/ano =	12 mês	Referência:	Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011	
Emdólar Brasil =	1,18E+13 seJ/US\$	Referência:	Sweeney et al., 2007	
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$	Referência:	Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011	
Energia aplicada pelos pescadores =	12 871 pescadores *2500 kcal/dia * 5 dias/ano * 4186 J/kcal = 6, 69 E11 J/ano			
Energia aplicada pelos pescadores =	6,69E+11 J/ano			
Transformidade =	Fluxo anual/Energia aplicada			
Transformidade =	1,22E+08 seJ/J			
P1 - Biomassa de aguapé				
Biomassa de aguapé =	7,68E+10 kg MS/ano	Referência:	Modelo do crescimento do aguapé e remoção de P (Buller, 2011)	
P incorporado na massa seca =	1,25E+05 kg P/ano	Referência:	Modelo do crescimento do aguapé e remoção de P (Buller, 2011)	

P2 - Peixes Capturados			
Peixes capturados em Corumbá =	3,05E+05 kg MF/ano	Referência:	Aproximado sobre dados de peixes capturados em Corumbá
Pesca profissional =	8,31E+04 kg MF/ano		- Boletins de Pesca Embrapa Pantanal - SCPESCA/MS (**)
Pesca esportiva =	2,21E+05 kg MF/ano		
P incorporado na massa fresca =	0,50%	1,52E+03 kg P/ano	
P3 - Água "limpa"			
	Volume cheia - Volume seca		Vazão Média Porto da Manga, dados ANA, média de 1993 a 2003
Volume de água =	4,08E+10 m³/ano	Referência:	Média máxima = 2400 m³/s 1300 m³/s
Massa de água =	4,08E+13 kg/ano		Média mínima = 1100 m³/s 4,08E+10 m³/ano
Energia livre de Gibbs da conc. P na água =	G = RT/Mln(C2/C1)		
C2 Quantidade Final de P =	439,00 ppm	Referência:	Modelo crescimento do aguapé
C1 Quantidade Inicial de P =	129,60 ppm		
Energia livre de Gibbs da conc. P na água =	169,38 J/g		
Energia da água com P =	6,91E+18 J/ano		
P na água = P (pulso-aguapé-peixes) =	2,50E+06 kg P/ano		
Transformidades calculada a partir desta análise			
T1- Transformidade da biomassa de aguapé produzida na área de estudo			
T1 = Energia alocada / Biomassa produzida	ENERGIA ALOCADA SOBRE ENERGIA		
T1 =	2,32E+11 seJ/kg	Calculado com a maior contribuição (chuva) e com o input de fósforo	
1 kg MS aguapé =	3364 kcal	Referência:	Análises Embrapa - Resp. César Miranda - Projeto Biocombustíveis
1 kcal =	4186 J		
T1 =	1,65E+04 seJ/J	Calculado com a maior contribuição (chuva) e com o input de fósforo	
T2- Transformidade da produção de peixes			
T2 = Energia alocada / Biomassa produzida	ENERGIA ALOCADA SOBRE ENERGIA		
T2a =	3,32E+14 seJ/kg	Calculado com a maior contribuição (chuva) e com o input de fósforo	
T2b =	3,70E+14 seJ/kg		
1 kg MF =	5000 kcal		
1 kcal =	4186 J		
T2a =	1,59E+07 seJ/J	Calculado com a maior contribuição (chuva) e com o input de fósforo	
T2b =	1,77E+07 seJ/J		
T3- Transformidade da água			
T2 = Energia alocada / Água	ENERGIA ALOCADA SOBRE ENERGIA		
T2 =	2,79E+09 seJ/kg	Calculado com a maior contribuição (chuva) e com o input de fósforo	
G =	4,94 J/g		
T2 =	5,65E+05 seJ/J	Calculado com a maior contribuição (chuva) e com o input de fósforo	

10. 4 APÊNDICE D: Memorial de cálculos da avaliação emergética da pirólise rápida de biomassa de aguapé

10.4.1 Análise 1: sem fluxos financeiros e sem externalidades

Tabela dos fluxos emergéticos

Número	Item	Fluxo	Unidade	Intensidade emergética (seJ/unidade)	Referência	Emergia (seJ/ano)	%	Emergia (Em\$/ano)	Índice de Renovabilidade	Emergia Renovável (seJ/ano)	Emergia Não Renovável (seJ/ano)
Recursos Naturais											
Renováveis - R											
R1	Biomassa de aguapé	2,93E+13	J/ano	1,65E+04	AE biomassa	5,70E+17	69,7	4,83E+04		5,70E+17	0,00E+00
R2	Água (proveniente do rio para o sistema resfriamento)	1,17E+11	J/ano	6,22E+05	AE biomassa	4,83E+17	59,1	4,10E+04	1	4,83E+17	0,00E+00
R3	Carvão (pré-aquecimento)	5,65E+09	J/ano	1,41E+06	Alonso-Pippo, 2004	7,24E+16	8,9	6,14E+03	1	7,24E+16	0,00E+00
R4	Areia	3859,2	kg/ano	1,68E+12	Odum, 1996	7,95E+15	1,0	6,74E+02	1	7,95E+15	0,00E+00
Recursos da Economia											
						1,38E+17	16,8	1,17E+04		MR 6,21E+16	MN 7,56E+16
Materiais - M											
Infra-estrutura											
M1	Aço para construção civil	336	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,56E+15	0,2	1,32E+02	0	0,00E+00	1,56E+15
M2	Cimento para construção civil	436,2	kg/ano	2,02E+12	Haukoos, 1995	8,81E+14	0,1	7,47E+01	0	0,00E+00	8,81E+14
Equipamentos e Maquinário											
M3	Aço do sistema de colheita e trituração	700	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	3,26E+15	0,4	2,76E+02	0	0,00E+00	3,26E+15
M4	Aço do sistema de alimentação e reator	402	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,87E+15	0,2	1,58E+02	0	0,00E+00	1,87E+15
M5	Aço dos ciclones	16,08	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	7,48E+13	0,0	6,34E+00	0	0,00E+00	7,48E+13
M6	Aço do sistema de recuperação de bio-óleo	67	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	3,12E+14	0,0	2,64E+01	0	0,00E+00	3,12E+14
M7	Aço do sistema de coleta de bio-óleo e carvão	38,86	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,81E+14	0,0	1,53E+01	0	0,00E+00	1,81E+14
M8	Aço da câmara de combustão	32,16	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,50E+14	0,0	1,27E+01	0	0,00E+00	1,50E+14
Materiais											
M9	Refratário	1005	kg/ano	5,14E+12	Buranakarn, 1998	5,17E+15	0,6	4,38E+02	0	0,00E+00	5,17E+15
Insumos											
M10	Energia Elétrica	1,11E+12	J/ano	1,12E+05	Brown & Ulgiati, 2004	1,24E+17	15,2	1,05E+04	0,5	6,21E+16	6,21E+16
						1,10E+17	13,5	9,32E+03		SR 7,70E+16	SN 3,30E+16
Serviços - S											
S1	Mão-de-obra especializada: 1 técnico	9,07E+08	J/ano	4,04E+07	Calculado neste caso	3,66E+16	4,5	3,11E+03	0,5	1,83E+16	1,83E+16
S2	Mão-de-obra operacional: 2 operadores mantenedores	2,18E+09	J/ano	2,53E+07	Calculado neste caso	5,50E+16	6,7	4,66E+03	0,8	4,40E+16	1,10E+16
S3	Mão-de-obra operacional: 1 assistente	1,16E+09	J/ano	1,58E+07	Calculado neste caso	1,83E+16	2,2	1,55E+03	0,8	1,47E+16	3,66E+15
S4	Manutenção mecânica	1,00E+08	J/ano	6,12E+05	Calculado neste caso	6,15E+13	0,0	5,21E+00	0,5	3,08E+13	3,08E+13
EMERGIA TOTAL						8,18E+17	100,0	6,93E+04		7,09E+17	1,09E+17
PRODUÇÃO											
				Preço de venda (US\$/kg)	Volume Produzido (kg/ano)	Vendas (US\$/ano)	Vendas (seJ/ano)				
P1	Bio-óleo	9,93E+12	J/ano	0,55	624000	340363,64	4,02E+18				
P2	Finos de carvão	7,00E+12	J/ano	0,27	832000	226909,09	2,68E+18				
P3	Gases	1,83E+13	J/ano	Uso interno na secagem							
(*) Os valores das transformidades foram atualizados de acordo com o baseline revisado por Odum et.al., 2000.											
As transformidades de materiais estão com "labour and services".											
Em\$=		1,18E+13	seJ/US\$	Referência:	Sweeney et.al., 2007						

Valores dos fluxos e dos indicadores, análise 1:

Fluxos de energia		seJ/ano
Recursos Naturais Renováveis - R		5,70E+17
Recursos Naturais Não-renováveis - N		
Total de Recursos Naturais - I	(I = R + N)	5,70E+17
Materiais da economia - M		1,38E+17
MR		6,21E+16
MN		7,56E+16
Serviços da economia - S		1,10E+17
SR		7,70E+16
SN		3,30E+16
Serviços Adicionais - SA		0
Feedback da Economia - F	(F = M + S)	2,48E+17
Externalidades		0
Energia incorporada - Y	(Y = I + F)	8,18E+17
Valor emergético - Em\$	6,93E+04	Em\$/ano

Índices Emergéticos		Unidade
Transformidade bio-óleo	Energia alocada/Fluxo	8,24E+04 seJ/J
Transformidade carvão	Energia alocada/Fluxo	1,17E+05 seJ/J
Transformidade gases quentes	Energia alocada/Fluxo	4,47E+04 seJ/J
% Renovabilidade	$(R+MR+SR)/Y$	86,72% %
EYR - Taxa de energia líquida	Y/F	3,30 adimensional
EIR - Taxa de investimento	F/I	0,43 adimensional
ELR - Taxa de carga ambiental	$(N+MN+SN)/(R+MR+SR)$	0,15 adimensional
EER - Taxa de intercâmbio emergético do bio-óleo	Y/(Em\$ das vendas)	0,20 seJ/Em\$
EER - Taxa de intercâmbio emergético do carvão	Y/(Em\$ das vendas)	0,31 seJ/Em\$

10.4.2 Análise 2: com impostos e externalidades (1%)

Tabela dos fluxos emergéticos

Item	Fluxo	Unid.	Intensidade emergética (seJ/unidade)	Referência	Emergia (seJ/ano)	%	Emergia (Em\$/ano)	Índice de Renovabilidade	Emergia Renovável (seJ/ano)	Emergia Não Renovável (seJ/ano)
Recursos Naturais										
Renováveis - R					5,70E+17	29,7	4,83E+04		5,70E+17	0,00E+00
R1	Biomassa de aguapé	2,93E+13 J/ano	1,65E+04	AE biomassa	4,83E+17	25,2	4,10E+04	1	4,83E+17	0,00E+00
R2	Água (proveniente do rio para o sistema resfriar	1,17E+11 J/ano	6,22E+05	AE biomassa	7,24E+16	3,8	6,14E+03	1	7,24E+16	0,00E+00
R3	Carvão (pré-aquecimento)	5,65E+09 J/ano	1,41E+06	Alonso-Pippo, 2004	7,95E+15	0,4	6,74E+02	1	7,95E+15	0,00E+00
R4	Areia	3859,2 kg/ano	1,68E+12	Odum, 1996	6,48E+15	0,3	5,49E+02	1	6,48E+15	0,00E+00
Recursos da Economia										
Materiais - M					1,38E+17	7,2	1,17E+04		MR 6,21E+16	MN 7,56E+16
Infra-estrutura										
M1	Aço para construção civil	336 kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,56E+15	0,1	1,32E+02	0	0,00E+00	1,56E+15
M2	Cimento para construção civil	436,2 kg/ano	2,02E+12	Haukoos, 1995	8,81E+14	0,0	7,47E+01	0	0,00E+00	8,81E+14
Equipamentos e Maquinário										
M3	Aço do sistema de colheita e trituração	700 kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	3,26E+15	0,2	2,76E+02	0	0,00E+00	3,26E+15
M4	Aço do sistema de alimentação e reator	402 kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,87E+15	0,1	1,58E+02	0	0,00E+00	1,87E+15
M5	Aço dos ciclones	16,08 kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	7,48E+13	0,0	6,34E+00	0	0,00E+00	7,48E+13
M6	Aço do sistema de recuperação de bio-óleo	67 kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	3,12E+14	0,0	2,64E+01	0	0,00E+00	3,12E+14
M7	Aço do sistema de coleta de bio-óleo e carvão	38,86 kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,81E+14	0,0	1,53E+01	0	0,00E+00	1,81E+14
M8	Aço da câmara de combustão	32,16 kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,50E+14	0,0	1,27E+01	0	0,00E+00	1,50E+14
Materiais										
M9	Refratário	1005 kg/ano	5,14E+12	Buranakarn, 1998	5,17E+15	0,3	4,38E+02	0	0,00E+00	5,17E+15
Insumos										
M10	Energia Elétrica	1,11E+12 J/ano	1,12E+05	Brown & Ulgiati, 2004	1,24E+17	6,5	1,05E+04	0,5	6,21E+16	6,21E+16
Serviços - S					1,08E+18	56,3	9,14E+04		7,70E+16	1,00E+18
S1	Mão-de-obra especializada: 1 técnico	9,07E+08 J/ano	4,04E+07	Calculado neste caso	3,66E+16	1,9	3,11E+03	0,5	1,83E+16	1,83E+16
S2	Mão-de-obra operacional: 2 operadores manten	2,18E+09 J/ano	2,53E+07	Calculado neste caso	5,50E+16	2,9	4,66E+03	0,8	4,40E+16	1,10E+16
S3	Mão-de-obra operacional: 1 assistente	1,16E+09 J/ano	1,58E+07	Calculado neste caso	1,83E+16	1,0	1,55E+03	0,8	1,47E+16	3,66E+15
S4	Manutenção mecânica	1,00E+08 J/ano	6,12E+05	Calculado neste caso	6,15E+13	0,0	5,21E+00	0,5	3,08E+13	3,08E+13
									SR 7,70E+16	SN 3,30E+16
Serviços Adicionais - S										
S5	Pagamento do principal sobre empréstimos	US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	0,00E+00	0,0	0,00E+00	0	0,00E+00	0,00E+00
S6	Pagamento de juros sobre empréstimos	US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	0,00E+00	0,0	0,00E+00	0	0,00E+00	0,00E+00
S7	Impostos e taxas sobre serviços públicos	82100,68 US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	9,69E+17	50,5	8,21E+04	0	0,00E+00	9,69E+17
Externalidades (1% de reserva sobre capital investido)										
	Emissões gasosas da produção	11104,71 US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	1,31E+17	6,8	1,11E+04	0	0,00E+00	1,31E+17
	Resíduos sólidos da produção									
	Efluentes									
EMERGIA TOTAL					1,92E+18	100,0	1,63E+05		7,09E+17	1,21E+18
EMERGIA INCORPORADA - Y					1,92E+18		1,63E+05		6,47E+17	1,13E+18
Soma das contribuições da natureza, serviços e externalidades, para evitar dupla contagem exclui-se materiais										
PRODUÇÃO			Preço de venda (US\$/kg)	Volume Produzido (kg/ano)	Vendas (US\$/ano)	Vendas (seJ/ano)				
P1	Bio-óleo	9,93E+12 J/ano	0,55	624000	340363,64	4,02E+18				
P2	Finos de carvão	7,00E+12 J/ano	0,27	832000	226909,09	2,68E+18				
P3	Gases	1,83E+13 J/ano	Uso interno na secagem							
(*) Os valores das transformidades foram atualizados de acordo com o baseline revisado por Odum et.al., 2000.										
As transformidades de materiais estão com "labour and services".										
Em\$= 1,18E+13 seJ/US\$			Referência:	Sweeney et.al., 2007						

Valores dos fluxos e dos indicadores, análise 2:

Fluxos de energia		seJ/ano
Recursos Naturais Renováveis - R		5,70E+17
Recursos Naturais Não-renováveis - N		
Total de Recursos Naturais - I	(I = R + N)	5,70E+17
Materiais da economia - M		1,38E+17
MR		6,21E+16
MN		7,56E+16
Serviços da economia - S		1,08E+18
SR		7,70E+16
SN		3,30E+16
Serviços Adicionais - SA		9,69E+17
Feedback da Economia - F	(F = M + S)	1,22E+18
Externalidades		1,31E+17
Energia incorporada - Y	(Y = I + F)	1,92E+18
Valor emergético - Em\$	1,63E+05	Em\$/ano

Índices Emergéticos		Unidade
Transformidade bio-óleo	Energia alocada/Fluxo	1,93E+05 seJ/J
Transformidade carvão	Energia alocada/Fluxo	2,74E+05 seJ/J
Transformidade gases quentes	Energia alocada/Fluxo	1,05E+05 seJ/J
% Renovabilidade	(R+MR+SR)/Y	36,99% %
EYR - Taxa de energia líquida	Y/F	1,58 adimensional
EIR - Taxa de investimento	F/I	2,13 adimensional
ELR - Taxa de carga ambiental	(N+MN+SN)/(R+MR+SR)	0,15 adimensional
EER - Taxa de intercâmbio emergético do bio-óleo	Y/(Em\$ das vendas)	0,48 seJ/Em\$
EER - Taxa de intercâmbio emergético do carvão	Y/(Em\$ das vendas)	0,72 seJ/Em\$

10.4.3 Análise 3: com fluxos financeiros e externalidades (5%)

Tabela dos fluxos emergéticos

Número	Item	Fluxo	Unidade	Intensidade emergética (seJ/unidade)	Referência	Emergia (seJ/ano)	%	Emergia (Em\$/ano)	Índice de Renovabilidade	Emergia Renovável (seJ/ano)	Emergia Não Renovável (seJ/ano)
Recursos Naturais											
Renováveis - R											
R1	Biomassa de aguapé	2,93E+13	J/ano	1,65E+04	AE biomassa	5,70E+17	14,5	4,83E+04		5,70E+17	0,00E+00
R2	Água (proveniente do rio para o sistema resfriamento)	1,17E+11	J/ano	6,22E+05	AE biomassa	4,83E+17	12,3	4,10E+04	1	4,83E+17	0,00E+00
R3	Carvão (pré-aquecimento)	5,65E+09	J/ano	1,41E+06	Alonso-Pippo, 2004	7,24E+16	1,8	6,14E+03	1	7,24E+16	0,00E+00
R4	Areia	3859,2	kg/ano	1,68E+12	Odum, 1996	7,95E+15	0,2	6,74E+02	1	7,95E+15	0,00E+00
Recursos da Economia											
Materiais - M											
Infra-estrutura											
M1	Aço para construção civil	336	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,56E+15	0,0	1,32E+02	0	0,00E+00	1,56E+15
M2	Cimento para construção civil	436,2	kg/ano	2,02E+12	Haukoos, 1995	8,81E+14	0,0	7,47E+01	0	0,00E+00	8,81E+14
Equipamentos e Maquinário											
M3	Aço do sistema de colheita e trituração	700	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	3,26E+15	0,1	2,76E+02	0	0,00E+00	3,26E+15
M4	Aço do sistema de alimentação e reator	402	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,87E+15	0,0	1,58E+02	0	0,00E+00	1,87E+15
M5	Aço dos ciclones	16,08	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	7,48E+13	0,0	6,34E+00	0	0,00E+00	7,48E+13
M6	Aço do sistema de recuperação de bio-óleo	67	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	3,12E+14	0,0	2,64E+01	0	0,00E+00	3,12E+14
M7	Aço do sistema de coleta de bio-óleo e carvão	38,86	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,81E+14	0,0	1,53E+01	0	0,00E+00	1,81E+14
M8	Aço da câmara de combustão	32,16	kg/ano	4,65E+12	Haukoos, 1995	1,50E+14	0,0	1,27E+01	0	0,00E+00	1,50E+14
Materiais Insumos											
M9	Refratário	1005	kg/ano	5,14E+12	Buranakarn, 1998	5,17E+15	0,1	4,38E+02	0	0,00E+00	5,17E+15
M10	Energia Elétrica	1,11E+12	J/ano	1,12E+05	Brown & Ulgiati, 2004	1,24E+17	3,2	1,05E+04	0,5	6,21E+16	6,21E+16
Serviços - S											
S1	Mão-de-obra especializada: 1 técnico	9,07E+08	J/ano	4,04E+07	Calculado neste caso	2,56E+18	65,2	2,17E+05	0,5	7,70E+16	2,48E+18
S2	Mão-de-obra operacional: 2 operadores mantenedores	2,18E+09	J/ano	2,53E+07	Calculado neste caso	3,66E+16	0,9	3,11E+03	0,8	1,83E+16	1,83E+16
S3	Mão-de-obra operacional: 1 assistente	1,16E+09	J/ano	1,58E+07	Calculado neste caso	5,50E+16	1,4	4,66E+03	0,8	4,40E+16	1,10E+16
S4	Manutenção mecânica	1,00E+08	J/ano	6,12E+05	Calculado neste caso	1,83E+16	0,5	1,55E+03	0,8	1,47E+16	3,66E+15
										SR	SN
										7,70E+16	3,30E+16
Serviços Adicionais - S											
S5	Pagamento do principal sobre empréstimos	111047,09	US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	1,31E+18	33,4	1,11E+05	0	0,00E+00	1,31E+18
S6	Pagamento de juros sobre empréstimos	14325,07	US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	1,69E+17	4,3	1,43E+04	0	0,00E+00	1,69E+17
S7	Impostos e taxas sobre serviços públicos	82100,68	US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	9,69E+17	24,7	8,21E+04	0	0,00E+00	9,69E+17
Externalidades (5% de reserva sobre capital investido)											
Emissões gasosas da produção		55523,55	US\$/ano	1,18E+13	Sweeney et.al., 2007	6,55E+17	16,7	5,55E+04	0	0,00E+00	6,55E+17
Resíduos sólidos da produção											
Efluentes											
EMERGIA TOTAL						3,92E+18	100,0	3,32E+05		7,09E+17	3,21E+18
EMERGIA INCORPORADA - Y						3,78E+18		3,21E+05		6,47E+17	3,14E+18
Soma das contribuições da natureza, serviços e externalidades, para evitar dupla contagem exclui-se materiais											
PRODUÇÃO											
				Preço de venda (US\$/kg)	Volume Produzido (kg/ano)	Vendas (US\$/ano)	Vendas (seJ/ano)				
P1	Bio-óleo	9,93E+12	J/ano	0,55	624000	340363,64	4,02E+18				
P2	Finos de carvão	7,00E+12	J/ano	0,27	832000	226909,09	2,68E+18				
P3	Gases	1,83E+13	J/ano	Uso interno na secagem							
(*) Os valores das transformidades foram atualizados de acordo com o baseline revisado por Odum et.al., 2000.											
As transformidades de materiais estão com "labour and services".											
Em\$ =		1,18E+13	seJ/US\$	Referência:	Sweeney et.al., 2007						

Valores dos fluxos e dos indicadores, análise 3:

Fluxos de energia		seJ/ano
Recursos Naturais Renováveis - R		5,70E+17
Recursos Naturais Não-renováveis - N		
Total de Recursos Naturais - I	(I = R + N)	5,70E+17
Materiais da economia - M		1,38E+17
MR		6,21E+16
MN		7,56E+16
Serviços da economia - S		2,56E+18
SR		7,70E+16
SN		3,30E+16
Serviços Adicionais - SA		2,45E+18
Feedback da Economia - F	(F = M + S)	2,70E+18
Externalidades		6,55E+17
Energia incorporada - Y	(Y = I + F)	3,78E+18
Valor emergético - Em\$	3,21E+05	Em\$/ano

Índices Emergéticos		Unidade
Transformidade bio-óleo	Energia alocada/Fluxo	3,95E+05 seJ/J
Transformidade carvão	Energia alocada/Fluxo	5,60E+05 seJ/J
Transformidade gases quentes	Energia alocada/Fluxo	2,14E+05 seJ/J
% Renovabilidade	(R+MR+SR)/Y	18,75% %
EYR - Taxa de energia líquida	Y/F	1,40 adimensional
EIR - Taxa de investimento	F/I	4,73 adimensional
ELR - Taxa de carga ambiental	(N+MN+SN)/(R+MR+SR)	0,15 adimensional
EER - Taxa de intercâmbio emergético do bio-óleo	Y/(Em\$ das vendas)	0,98 seJ/Em\$
EER - Taxa de intercâmbio emergético do carvão	Y/(Em\$ das vendas)	1,46 seJ/Em\$

10.4.4 Memorial de cálculos para análises 1, 2 e 3

Condições Operacionais:		
Horas diárias de operação =	8 horas/dia	
Dias de operação na semana =	5 dias/semana	
Semanas de operação no ano =	52 semanas/ano	
Dias de operação no ano =	260 dias/ano	
Horas totais de operação no ano =	2080 horas/ano	
Capacidade produtiva planta pirólise =	1000 kg MS/h	

Considera-se que a manutenção preventiva ocorre 1 vez ao mês em 1 final de semana.
Os operadores mantenedores realizam a manutenção corretiva em processo.

R1 - Biomassa de aguapé				
Consumo anual =	2,08E+06 kg MS/ano =	2,93E+13 J/ano		
Consumo anual =	2080 ton MS/ano			
1 kg MS aguapé =	3364 kcal			
1 kcal =	4186 J			
			Referência:	Análises Embrapa - Resp. César Miranda - Projeto Biocombustíveis Comunicação pessoal Dr. César Miranda - Embrapa

R2 - Água				
Consumo anual =	23584 m³/ano =	1,17E+11 J/ano		
Densidade da água =	1,00E+03 kg/m³			
Energia livre de Gibbs =	4,94 J/g			
			Referência:	Análises preliminares do projeto Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware

R3 - Carvão - CONSIDEROU-SE QUE ESTE É O PRODUTO DERIVADO DA PIRÓLISE DA BIOMASSA DO AGUAPÉ				
Consumo anual =	643,2 kg/ano	5,65E+09 J/ano		
1 kg carvão =	2100 kcal			
1 kcal =	4186 J			
			Referência:	Análises preliminares do projeto Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware

M1 e M2 - Construção civil				
Área construída =	150 m²		Referência:	Aproximações realizadas pela autora
Altura pé direito =	3 m			
Concreto fundação (0,5 m) e lage (0,2m) =	105 m³			
Aço =	80 Kg/m³ concreto			
Paredes de blocos de cimento=	12 blocos/m² parede			
Paredes =	900 m²			
Peso de 1 bloco =	1 kg de cimento			
Total de cimento utilizado =	10905 Kg			
Total de aço utilizado =	8400 Kg			
Depreciação de imóveis =	25 anos		Referência:	Secretaria da Receita Federal, RIR - Regulamento do Imposto de Renda

M3 a M8 - Aço para equipamentos				
Depreciação de máquinas =	10 anos		Referência:	Secretaria da Receita Federal, RIR - Regulamento do Imposto de Renda

M9 - Refratário			
É cerâmica refratária a base de um mistura de silicatos de alumínio.			
Densidade típica de silicatos =	1,5 kg/l		
Consumo refratários =	0,67 m³		
Consumo refratários =	1,01E+03 kg		
		Referência:	Análises preliminares do projeto
			Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware

M10 - Energia Elétrica			
Consumo anual =	3,08E+05 kWh/ano		
1 kWh =	3,60E+06 J		
Consumo anual =	1,11E+12 J/ano		
		Referência:	Análises preliminares do projeto
			Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware

S1 - Mão-de-obra especializada			
1 técnico			
Consumo calórico =	2500 kcal/dia =	104,17 kcal/h	
Horas ano =	2080 horas/ano		
1 kcal =	4186 J		
Fluxo anual =	9,07E+08 J/ano		
Transformidade			
Salário mínimo =	545,00 R\$/mês		
No. de salários mínimos de técnico =	2,0 Salários mínimos		
Salário do técnico =	1090 R\$/mês		
Salário com encargos do técnico =	1962 R\$/mês		
Meses de trabalho/ano =	11 meses		
Emdólar Brasil =	1,18E+13 seJ/US\$		
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$		
Energia dispendida pelo trabalhador =	3,82E+09 J/ano		
		Referência:	Valor vigente no Brasil em julho de 2011
		Referência:	Consideração da autora
		Referência:	Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
		Referência:	Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
		Referência:	Sweeney et al., 2007
		Referência:	Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011
Transformidade = (salário/mês) * (meses/ano) * (1/câmbio) * Emdólar / Energia dispendida			
Transformidade =	4,04E+07 seJ/J		

S2 - Mão-de-obra operacional			
2 operadores mantenedores			
Consumo calórico =	3000 kcal/dia =	125,00 kcal/h	
Horas de trabalho no ano =	2080 horas/ano		
1 kcal =	4186 J		
Fluxo anual =	2,18E+09 J/ano		
Transformidade			
Salário mínimo =	545,00 R\$/mês		
No. de salários mínimos de operador =	1,5 Salários mínimos		
Salário do operador =	818 R\$/mês		
Salário com encargos do operador =	1472 R\$/mês		
Meses de trabalho/ano =	11 meses		
Emdólar Brasil =	1,18E+13 seJ/US\$		
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$		
Energia dispendida pelos trabalhadores =	4,58E+09 J/ano		
		Referência:	Valor vigente no Brasil em julho de 2011
		Referência:	Consideração da autora
		Referência:	Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
		Referência:	Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
		Referência:	Sweeney et al., 2007
		Referência:	Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011
Transformidade = (salário/mês) * (meses/ano) * (1/câmbio) * Emdólar / Energia dispendida			
Transformidade =	2,53E+07 seJ/J		

S3 - Mão-de-obra operacional

1 assistente		
Consumo calórico =	3200 kcal/dia =	133,33 kcal/h
Horas de trabalho no ano =	2080 horas/ano	
1 kcal =	4186 J	
Fluxo anual =	1,16E+09 J/ano	

Transformidade	
Salário mínimo =	545,00 R\$/mês
No. de salários mínimos de assistente =	1 Salários mínimos
Salário do assistente =	545 R\$/mês
Salário com encargos do assistente =	981 R\$/mês
Meses de trabalho/ano =	11 meses
Emdólar Brasil =	1,18E+13 seJ/US\$
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$
Energia dispendida pelo trabalhador =	4,89E+09 J/ano

Referência: Valor vigente no Brasil em julho de 2011
Referência: Consideração da autora
Referência: Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
Referência: Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
Referência: Sweeney et al., 2007
Referência: Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011

$$\text{Transformidade} = (\text{salário/mês}) * (\text{meses/ano}) * (1/\text{câmbio}) * \text{Emdólar} / \text{Energia dispendida}$$

$$\text{Transformidade} = 1,58\text{E}+07 \text{ seJ/J}$$

S4 - Manutenção mecânica**2 operadores mantenedores**

Considera-se que a manutenção preventiva ocorre 1 vez ao mês em 1 final de semana, ou seja, 2 dias de 8 horas por mês ou 24 dias de 8 horas por ano .

Consumo calórico =	3000 kcal/dia =	125,00 kcal/h	
Horas de trabalho no ano =	192 horas/ano =	8 dias/ano =	0,27 mês/ano
1 kcal =	4186 J		
Fluxo anual =	1,00E+08 J/ano		

Transformidade	
Salário mínimo =	545,00 R\$/mês
No. de salários mínimos de operador =	1,5 Salários mínimos
Salário do operador =	818 R\$/mês
Salário com encargos do operador =	1472 R\$/mês
Meses de trabalho/ano =	0,27 meses
Emdólar Brasil =	1,18E+13 seJ/US\$
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$
Energia dispendida pelos trabalhadores =	4,58E+09 J/ano

Referência: Valor vigente no Brasil em julho de 2011
Referência: Consideração da autora
Referência: Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
Referência: Legislação Trabalhista vigente no Brasil em julho de 2011
Referência: Sweeney et al., 2007
Referência: Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011

$$\text{Transformidade} = (\text{salário/mês}) * (\text{meses/ano}) * (1/\text{câmbio}) * \text{Emdólar} / \text{Energia dispendida}$$

$$\text{Transformidade} = 6,12\text{E}+05 \text{ seJ/J}$$

P1 - Bio-óleo

Volume produzido =	300 kg/h	
Horas totais de operação no ano =	2080 horas/ano	
Volume produzido (ano) =	624000 kg/ano	
Poder calórico =	3800 kcal/kg	1,59E+07 J/kg
1 kcal =	4186 J	
Fluxo anual =	9,93E+12 J/ano	

Referência: Análises preliminares do projeto
Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware

P2 - Carvão				
Volume produzido =	400 kg/h			
Horas totais de operação no ano =	2080 horas/ano			
Volume produzido (ano) =	832000 kg/ano			
Poder calórico =	2010 kcal/kg	8,41E+06 J/kg		Referência: Análises preliminares do projeto
1 kcal =	4186 J			Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware
Fluxo anual =	7,00E+12 J/ano			

P3 - Gases não condensáveis - gases quentes				
Volume produzido =	300 kg/h			
Horas totais de operação no ano =	2080 horas/ano			
Volume produzido (ano) =	624000 kg/ano			
Poder calórico =	7000 kcal/kg	2,93E+07 J/kg		Referência: Análises preliminares do projeto
1 kcal =	4186 J			Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware
Fluxo anual =	1,83E+13 J/ano			

Custo de aquisição do sistema de colheita e trituração				
R\$ =	425000,00			
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$			Referência: Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011
US\$ =	257575,76			

Custo de aquisição da PPR				
R\$ =	1300000,00			
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$			Referência: Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011
US\$ =	787878,79			

Custo da construção civil				
Preço =	715,18 R\$/m ²			Média dos valores para prédios comerciais no estado do Mato Grosso do Sul.
				Referência : Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), consulta: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/const/default.asp?z=t&o=14&i=P
Área construída =	150,00 m ²			Referência: Aproximações realizadas pela autora
Câmbio dólar =	1,65 R\$/US\$			Referência: Projeção do mercado financeiro para a taxa média de câmbio para 2011
Custo de construção =	65016,36 US\$			

Preços de venda dos produtos

Bio-óleo = 0,90 R\$/kg
Carvão = 0,45 R\$/kg

Referência: Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware
Referência: Comunicação pessoal Dr. Juan Miguel - Bioware

Bio-óleo = 0,55 US\$/kg
Carvão = 0,27 US\$/kg

Recursos Financeiros

Custo de aquisição do sistema de colheita e trituração 257575,76 US\$
Custo de aquisição da planta de pirólise 787878,79 US\$
Custo da construção civil 65016,36 US\$
Custo de Aquisição de Equipamentos e Infra-estrutura = 1110470,91 US\$
Custo de Aquisição de Equipamentos e Infra-estrutura = 1832277,00 R\$

Considerações sobre o financiamento: vide http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/Microcredito/index.html

BNDES Automático - valor até R\$ 10 milhões

Linha de financiamento : MPME - Investimento (Faturamento anual máx: R\$ 2,4 milhões)

Carência de 6 meses

Prazo do financiamento = 120 meses
10 anos

Pagamento = Principal + Taxa de juros

Taxa de juros = Custo Financeiro + Remuneração BNDES + Remuneração da Instituição Financeira Credenciada

Custo Financeiro = TJLP = Taxa de juros de longo prazo = 6,00 %a.a.
Remuneração BNDES = 0,90 %a.a.
Remuneração da Instituição Financeira Credenciada = 6,00 %a.a.

Referência: Projeção BNDES para 2011 (<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES>)

Referência: Projeção BNDES para 2011 (<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES>)

Referência: Valor assumido pela autora

Pagamento do principal sobre financiamento = 111047,09 US\$/ano
Pagamento de juros sobre financiamento = 14325,07 US\$/ano

Cálculo aproximado

Pagamento de lucros a acionistas (Calculado com base no artigo 10, Lei nº 9.249/95 da legislação Brasileira que dispõe sobre cálculos de lucros ou dividendos com base nos resultados apurados)

Faturamento anual = 1473979,89 US\$/ano
Percentual de presunção de lucro = 8 %
Base de cálculo do lucro presumido = 117918,39 US\$/ano
Pagamento de PIS/COFINS (base 3,65% sobre faturamento) = 53800,27 US\$/ano
Pagamento de IRPJ (base 15% sobre o lucro) = 17687,76 US\$/ano
Pagamento de CSSL (base 9% sobre o lucro) = 10612,66 US\$/ano
Lucro líquido a distribuir entre sócios = 35817,71 US\$/ano

Referência: Calculado sobre a venda da produção total ao preço de mercado

Referência: Lei 9.249/1995 e Secretaria da Receita Federal

Referência: Secretaria da Receita Federal

Referência: Lei 9.249/1995 e Secretaria da Receita Federal

Referência: Lei 9.249/1995 e Secretaria da Receita Federal

Reserva para Depreciação - Sobre o Ativo Imobilizado

Taxa de depreciação anual sobre o ativo imobilizado = 3 %a.a

Referência: Depreciação contábil usual, consideração da autora

Este valor é apenas uma aproximação uma vez que no Balanço a Depreciação alimenta uma conta redutora do valor de ativo.

Valor do Ativo Imobilizado = (Custo aquisição equipamentos / depreciação física equipamentos) + (Custo construção civil / depreciação física imóveis)
Valor do Ativo Imobilizado = 107146,11 US\$

Referência: Consideração da autora

Reserva para depreciação = 3214,38 US\$/ano

Reserva para Amortização - Sobre o Ativo Intangível		
Taxa de amortização anual sobre o ativo intangível =	3 %a.a	Referência: Consideração da autora
Valor do Ativo Intangível =	10% do custo de aquisição equipamentos e infra.	Referência: Consideração da autora
Valor do Ativo Intangível =	111047,09 US\$	
Reserva para amortização =	3331,41 US\$/ano	

Impostos e taxas sobre serviços públicos		
Considerou-se:	PIS/COFINS	53800,27 US\$/ano
	IRPJ	17687,76 US\$/ano
	CSSL	10612,66 US\$/ano
	Total =	82100,68 US\$/ano
		Referência: Ver item S7

Preços de Mercado:		
	R\$/kg	Referência
Aço para construção civil	5,20 com impostos e frete	Cotação pela autora
Aço para equipamentos	6,76 com impostos e frete	Cotação pela autora
Areia	0,05 com impostos e frete	Cotação pela autora
Refratário	1,00 com impostos e frete	Cotação pela autora
Cimento	0,50 com impostos e frete	Cotação pela autora
Energia Elétrica	0,43062 R\$/kWh	Tarifa vigente em Julho 2011. Energia fornecida pela ENERSUL (MS, Brasil) consulta: http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493

10.5 APÊNDICE E: Planejamento financeiro e fluxo de caixa para 10 anos

10.5.1 Planejamento financeiro e fluxo de caixa para 10 anos para a análise 2

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 1

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	42.545	42.545	42.545	42.545	70.909
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	25.527	25.527	25.527	25.527	
4- 40% Vendas Trim. Precedente		17.018	17.018	17.018	17.018
5- Totais a Receber	25.527	42.545	42.545	42.545	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	17.018	17.018	17.018	17.018	28.364
7- Estoque Inicial	-	4.255	4.255	4.255	7.091
8- Compras	21.273	17.018	17.018	19.855	
9-Disponível para o Período	21.273	21.273	21.273	24.109	
10- Vendas	17.018	17.018	17.018	17.018	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	4.255	4.255	4.255	7.091	
12-Pagamento de Compras	21.273	17.018	17.018	19.855	
12.1- 75% Trim.Corrente	15.955	12.764	12.764	14.891	
12.2- 25% Trim.Procedente		5.318	4.255	4.255	4.964
Total	15.955	18.082	17.018	19.145	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	6.755	6.755	6.755	6.755	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	6.079	6.079	6.079	6.079	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		675	675	675	675
Total	6.079	6.755	6.755	6.755	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações e amortizações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO1

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	25.527	42.545	42.545	42.545
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	25.527	42.545	42.545	42.545
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	15.955	18.082	17.018	19.145
5-Despesas Operacionais	6.079	6.755	6.755	6.755
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(45.335)	48.138	47.074	49.201
11-Resultado do Trimestre	(19.808)	(5.592)	(4.529)	(6.656)

Orçamento Financeiro - ANO 1

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	20.000	3.774	1.763	815
2-Resultado Operacional de Caixa	(19.808)	(5.592)	(4.529)	(6.656)
3-Saldo	192	(1.819)	(2.766)	(5.841)
3-1-Saldo Excedente de Caixa	96	-	-	-
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	192	(1.819)	(2.766)	(5.841)
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	3.774	1.763	815	(2.259)
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 1

1 - Vendas	170.182
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	42.545
3 - Resultado Operacional Bruto	127.636
4 - (Despesas Operacionais)	(27.018)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(33.564)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	94.072
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	79.747
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	11.962
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	67.785

Balanço Planejado - ANO 1

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	(2.259)
2- Contas a Receber	42.545
3- Estoques	7.091
Ativo Circulante Total	47.377
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(6.546)
Imobilizado Total	1.118.925
Ativo Total	1.166.302

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	19.145
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	14.111
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	38.256
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	74.074

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 2

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	70.909	70.909	70.909	70.909	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	17.018	28.364	28.364	28.364	28.364
5- Totais a Receber	59.564	70.909	70.909	70.909	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	28.364	28.364	28.364	28.364	56.727
7- Estoque Inicial	7.091	7.091	7.091	7.091	14.182
8- Compras	28.364	28.364	28.364	35.455	
9-Disponível para o Período	35.455	35.455	35.455	42.545	
10- Vendas	28.364	28.364	28.364	28.364	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	7.091	7.091	7.091	14.182	
12-Pagamento de Compras	28.364	28.364	28.364	35.455	
12.1- 75% Trim.Corrente	21.273	21.273	21.273	26.591	
12.2- 25% Trim.Procedente	4.964	7.091	7.091	7.091	8.864
Total	26.236	28.364	28.364	33.682	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	9.591	9.591	9.591	9.591	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	8.632	8.632	8.632	8.632	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		959	959	959	959
Total	8.632	9.591	9.591	9.591	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO2

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	59.564	70.909	70.909	70.909
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	59.564	70.909	70.909	70.909
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	26.236	28.364	28.364	33.682
5-Despesas Operacionais	8.632	9.591	9.591	9.591
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(58.170)	61.256	61.256	66.574
11-Resultado do Trimestre	1.394	9.653	9.653	4.335

Orçamento Financeiro - ANO 2

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	(2.259)	2.716	15.950	29.185
2-Resultado Operacional de Caixa	1.394	9.653	9.653	4.335
3-Saldo	(865)	12.369	25.604	33.520
3-1-Saldo Excedente de Caixa	-	-	10.777	21.352
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	(865)	12.369	25.604	33.520
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	2.716	15.950	29.185	37.101
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 2

1 - Vendas	283.636
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	70.909
3 - Resultado Operacional Bruto	212.727
4 - (Despesas Operacionais)	(38.364)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(44.909)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	167.818
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	153.493
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	23.024
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	130.469

Balanço Planejado - ANO 2

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	37.101
2- Contas a Receber	70.909
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	122.192
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(13.092)
Imobilizado Total	1.112.379
Ativo Total	1.234.571

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	33.682
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	25.173
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	63.854
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	99.672

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 3

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	106.364	106.364	106.364	106.364	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	63.818	63.818	63.818	63.818	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	28.364	42.545	42.545	42.545	42.545
5- Totais a Receber	92.182	106.364	106.364	106.364	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	42.545	42.545	42.545	42.545	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	10.636	10.636	10.636	14.182
8- Compras	39.000	42.545	42.545	46.091	
9-Disponível para o Período	53.182	53.182	53.182	56.727	
10- Vendas	42.545	42.545	42.545	42.545	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	10.636	10.636	10.636	14.182	
12-Pagamento de Compras	39.000	42.545	42.545	46.091	
12.1- 75% Trim.Corrente	29.250	31.909	31.909	34.568	
12.2- 25% Trim.Procedente	8.864	9.750	10.636	10.636	11.523
Total	38.114	41.659	42.545	45.205	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	13.136	13.136	13.136	13.136	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	11.823	11.823	11.823	11.823	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.314	1.314	1.314	1.314
Total	11.823	13.136	13.136	13.136	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 3

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	92.182	106.364	106.364	106.364
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	92.182	106.364	106.364	106.364
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	38.114	41.659	42.545	45.205
5-Despesas Operacionais	11.823	13.136	13.136	13.136
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(73.238)	78.097	78.983	81.642
11-Resultado do Trimestre	18.944	28.267	27.380	24.721

Orçamento Financeiro - ANO 3

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	37.101	59.627	91.475	122.436
2-Resultado Operacional de Caixa	18.944	28.267	27.380	24.721
3-Saldo	56.045	87.893	118.855	147.158
3-1-Saldo Excedente de Caixa	36.573	63.760	95.165	124.797
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	56.045	87.893	118.855	147.158
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	59.627	91.475	122.436	150.739
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 3

1 - Vendas	425.455
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	106.364
3 - Resultado Operacional Bruto	319.091
4 - (Despesas Operacionais)	(52.545)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(59.091)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	260.000
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	245.675
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	36.851
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	208.823

Balanço Planejado - ANO 3

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	150.739
2- Contas a Receber	106.364
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	271.285
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(26.183)
Imobilizado Total	1.099.288
Ativo Total	1.370.572

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	45.205
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	39.000
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	89.204
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	125.022

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 4

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	120.545	120.545	120.545	120.545	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	72.327	72.327	72.327	72.327	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	42.545	48.218	48.218	48.218	48.218
5- Totais a Receber	114.873	120.545	120.545	120.545	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	48.218	48.218	48.218	48.218	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	12.055	12.055	12.055	14.182
8- Compras	46.091	48.218	48.218	50.345	
9-Disponível para o Período	60.273	60.273	60.273	62.400	
10- Vendas	48.218	48.218	48.218	48.218	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	12.055	12.055	12.055	14.182	
12-Pagamento de Compras	46.091	48.218	48.218	50.345	
12.1- 75% Trim.Corrente	34.568	36.164	36.164	37.759	
12.2- 25% Trim.Procedente	11.523	11.523	12.055	12.055	12.586
Total	46.091	47.686	48.218	49.814	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	14.555	14.555	14.555	14.555	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	13.099	13.099	13.099	13.099	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.455	1.455	1.455	1.455
Total	13.099	14.555	14.555	14.555	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 4

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	114.873	120.545	120.545	120.545
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	114.873	120.545	120.545	120.545
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	46.091	47.686	48.218	49.814
5-Despesas Operacionais	13.099	14.555	14.555	14.555
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(82.491)	85.542	86.074	87.670
11-Resultado do Trimestre	32.381	35.003	34.471	32.876

Orçamento Financeiro - ANO 4

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	150.739	186.702	225.286	263.339
2-Resultado Operacional de Caixa	32.381	35.003	34.471	32.876
3-Saldo	183.120	221.705	259.758	296.215
3-1-Saldo Excedente de Caixa	156.930	194.203	232.522	269.777
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	183.120	221.705	259.758	296.215
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	186.702	225.286	263.339	299.796
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 4

1 - Vendas	482.182
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	120.545
3 - Resultado Operacional Bruto	361.636
4 - (Despesas Operacionais)	(58.218)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(64.764)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	296.872
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	282.547
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	42.382
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	240.165

Balanço Planejado - ANO 4

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	299.796
2- Contas a Receber	120.545
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	434.523
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(52.366)
Imobilizado Total	1.073.105
Ativo Total	1.507.628
Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	49.814
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	44.531
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	99.344
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	135.162

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 5

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	48.218	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	133.309	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	12.586	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	55.132	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 5

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	133.309	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	133.309	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	55.132	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(93.447)	96.710	96.710	96.710
11-Resultado do Trimestre	39.862	45.108	45.108	45.108

Orçamento Financeiro - ANO 5

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	299.796	343.240	391.929	440.618
2-Resultado Operacional de Caixa	39.862	45.108	45.108	45.108
3-Saldo	339.658	388.347	437.036	485.725
3-1-Saldo Excedente de Caixa	309.727	355.793	404.482	453.171
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	339.658	388.347	437.036	485.725
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	343.240	391.929	440.618	489.307
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 5

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 5

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	489.307
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	645.307
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(104.733)
Imobilizado Total	1.020.738
Ativo Total	1.666.045
Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 6

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 6

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(95.042)	96.710	96.710	96.710
11-Resultado do Trimestre	46.776	45.108	45.108	45.108

Orçamento Financeiro - ANO 6

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	489.307	539.664	588.353	637.042
2-Resultado Operacional de Caixa	46.776	45.108	45.108	45.108
3-Saldo	536.083	584.772	633.461	682.150
3-1-Saldo Excedente de Caixa	502.695	552.218	600.907	649.596
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	536.083	584.772	633.461	682.150
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	539.664	588.353	637.042	685.731
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 6

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 6

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	685.731
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	841.731
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(209.465)
Imobilizado Total	916.005
Ativo Total	1.757.736

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fomecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 7

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 7

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(95.042)	96.710	96.710	96.710
11-Resultado do Trimestre	46.776	45.108	45.108	45.108

Orçamento Financeiro - ANO 7

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	685.731	736.088	784.777	833.466
2-Resultado Operacional de Caixa	46.776	45.108	45.108	45.108
3-Saldo	732.507	781.196	829.885	878.574
3-1-Saldo Excedente de Caixa	699.119	748.642	797.331	846.020
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	732.507	781.196	829.885	878.574
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	736.088	784.777	833.466	882.155
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 7

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 7

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	882.155
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	1.038.155
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(418.931)
Imobilizado Total	706.540
Ativo Total	1.744.695
Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 8

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 8

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(95.042)	96.710	96.710	96.710
11-Resultado do Trimestre	46.776	45.108	45.108	45.108

Orçamento Financeiro - ANO 8

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	882.155	932.512	981.201	1.029.890
2-Resultado Operacional de Caixa	46.776	45.108	45.108	45.108
3-Saldo	928.931	977.620	1.026.309	1.074.998
3-1-Saldo Excedente de Caixa	895.543	945.066	993.755	1.042.444
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	928.931	977.620	1.026.309	1.074.998
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	932.512	981.201	1.029.890	1.078.579
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 8

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 8

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	1.078.579
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	1.234.579
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(837.862)
Imobilizado Total	287.609
Ativo Total	1.522.188
<u>Passivo e Patrimônio Líquido</u>	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 9

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 9

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(95.042)	96.710	96.710	96.710
11-Resultado do Trimestre	46.776	45.108	45.108	45.108

Orçamento Financeiro - ANO 9

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	1.078.579	1.128.936	1.177.626	1.226.315
2-Resultado Operacional de Caixa	46.776	45.108	45.108	45.108
3-Saldo	1.125.355	1.174.044	1.222.733	1.271.422
3-1-Saldo Excedente de Caixa	1.091.967	1.141.490	1.190.179	1.238.868
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	1.125.355	1.174.044	1.222.733	1.271.422
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	1.128.936	1.177.626	1.226.315	1.275.004
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 9

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 9

Ativo	
Ativo Circulante	
1- Caixa	1.275.004
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	1.431.004
Imobilizado	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(1.065.713)
Imobilizado Total	59.758
Ativo Total	1.490.762

Passivo e Patrimônio Líquido	
Passivo Circulante	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
Patrimônio Líquido	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 10

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	2.776	2.776	2.776	2.776	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 10

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	2.776	2.776	2.776	2.776
10-Total de Saídas	(95.042)	96.710	96.710	96.710
11-Resultado do Trimestre	46.776	45.108	45.108	45.108

Orçamento Financeiro - ANO 10

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	1.275.004	1.325.361	1.374.050	1.422.739
2-Resultado Operacional de Caixa	46.776	45.108	45.108	45.108
3-Saldo	1.321.779	1.370.468	1.419.157	1.467.846
3-1-Saldo Excedente de Caixa	1.288.391	1.337.915	1.386.604	1.435.293
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo				
5-Total	1.321.779	1.370.468	1.419.157	1.467.846
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	1.325.361	1.374.050	1.422.739	1.471.428
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 10

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 10

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	1.471.428
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	1.627.428
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(1.065.713)
Imobilizado Total	59.758
Ativo Total	1.687.186
Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

10.5.2 Planejamento financeiro e fluxo de caixa para 10 anos para a análise 3

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 1

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	42.545	42.545	42.545	42.545	70.909
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	25.527	25.527	25.527	25.527	
4- 40% Vendas Trim. Precedente		17.018	17.018	17.018	17.018
5- Totais a Receber	25.527	42.545	42.545	42.545	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	17.018	17.018	17.018	17.018	28.364
7- Estoque Inicial	-	4.255	4.255	4.255	7.091
8- Compras	21.273	17.018	17.018	19.855	
9-Disponível para o Período	21.273	21.273	21.273	24.109	
10- Vendas	17.018	17.018	17.018	17.018	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	4.255	4.255	4.255	7.091	
12-Pagamento de Compras	21.273	17.018	17.018	19.855	
12.1- 75% Trim.Corrente	15.955	12.764	12.764	14.891	
12.2- 25% Trim.Procedente		5.318	4.255	4.255	4.964
Total	15.955	18.082	17.018	19.145	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	6.755	6.755	6.755	6.755	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	6.079	6.079	6.079	6.079	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		675	675	675	675
Total	6.079	6.755	6.755	6.755	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações e amortizações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 1

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	25.527	42.545	42.545	42.545
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	25.527	42.545	42.545	42.545
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	15.955	18.082	17.018	19.145
5-Despesas Operacionais	6.079	6.755	6.755	6.755
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(56.440)	59.242	58.179	60.306
11-Resultado do Trimestre	(30.912)	(16.697)	(15.633)	(17.761)

Orçamento Financeiro - ANO 1

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	100.000	44.907	4.030	(35.784)
2-Resultado Operacional de Caixa	(30.912)	(16.697)	(15.633)	(17.761)
3-Saldo	69.088	28.210	(11.604)	(53.545)
3-1-Saldo Excedente de Caixa	74.544	26.559	-	-
4-Empréstimo				
5 - Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	41.326	448	(39.365)	(25.783)
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	44.907	4.030	(35.784)	(22.202)
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 1

1 - Vendas	170.182
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	42.545
3 - Resultado Operacional Bruto	127.636
4 - (Despesas Operacionais)	(27.018)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(33.564)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	94.072
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	79.747
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	11.962
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	67.785

Balanço Planejado - ANO 1

Ativo	
Ativo Circulante	
1- Caixa	(22.202)
2- Contas a Receber	42.545
3- Estoques	7.091
Ativo Circulante Total	27.435
Imobilizado	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(6.546)
Imobilizado Total	1.118.925
Ativo Total	1.146.360

Passivo e Patrimônio Líquido	
Passivo Circulante	
6- Fornecedores	19.145
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	14.111
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	38.256
Patrimônio Líquido	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	74.074

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 2

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	70.909	70.909	70.909	70.909	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	17.018	28.364	28.364	28.364	28.364
5- Totais a Receber	59.564	70.909	70.909	70.909	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	28.364	28.364	28.364	28.364	56.727
7- Estoque Inicial	7.091	7.091	7.091	7.091	14.182
8- Compras	28.364	28.364	28.364	35.455	
9-Disponível para o Período	35.455	35.455	35.455	42.545	
10- Vendas	28.364	28.364	28.364	28.364	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	7.091	7.091	7.091	14.182	
12-Pagamento de Compras	28.364	28.364	28.364	35.455	
12.1- 75% Trim.Corrente	21.273	21.273	21.273	26.591	
12.2- 25% Trim.Procedente	4.964	7.091	7.091	7.091	8.864
Total	26.236	28.364	28.364	33.682	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	9.591	9.591	9.591	9.591	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	8.632	8.632	8.632	8.632	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		959	959	959	959
Total	8.632	9.591	9.591	9.591	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 2

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	59.564	70.909	70.909	70.909
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	59.564	70.909	70.909	70.909
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	26.236	28.364	28.364	33.682
5-Despesas Operacionais	8.632	9.591	9.591	9.591
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(69.274)	72.361	72.361	77.679
11-Resultado do Trimestre	(9.711)	(1.452)	(1.452)	(6.770)

Orçamento Financeiro - ANO 2

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	(22.202)	(56.093)	(81.725)	(107.357)
2-Resultado Operacional de Caixa	(9.711)	(1.452)	(1.452)	(6.770)
3-Saldo	(31.912)	(57.544)	(83.176)	(114.127)
3-1-Saldo Excedente de Caixa	-	-	-	-
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	(59.674)	(85.306)	(110.938)	(86.365)
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	(56.093)	(81.725)	(107.357)	(82.784)
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 2

1 - Vendas	283.636
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	70.909
3 - Resultado Operacional Bruto	212.727
4 - (Despesas Operacionais)	(38.364)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(44.909)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	167.818
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	153.493
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	23.024
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	130.469

Balanço Planejado - ANO 2

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	(82.784)
2- Contas a Receber	70.909
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	2.307
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(13.092)
Imobilizado Total	1.112.379
Ativo Total	1.114.687

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	33.682
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	25.173
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	63.854
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	99.672

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 3

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	106.364	106.364	106.364	106.364	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	63.818	63.818	63.818	63.818	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	28.364	42.545	42.545	42.545	42.545
5- Totais a Receber	92.182	106.364	106.364	106.364	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	42.545	42.545	42.545	42.545	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	10.636	10.636	10.636	14.182
8- Compras	39.000	42.545	42.545	46.091	
9-Disponível para o Período	53.182	53.182	53.182	56.727	
10- Vendas	42.545	42.545	42.545	42.545	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	10.636	10.636	10.636	14.182	
12-Pagamento de Compras	39.000	42.545	42.545	46.091	
12.1- 75% Trim.Corrente	29.250	31.909	31.909	34.568	
12.2- 25% Trim.Procedente	8.864	9.750	10.636	10.636	11.523
Total	38.114	41.659	42.545	45.205	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	13.136	13.136	13.136	13.136	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	11.823	11.823	11.823	11.823	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.314	1.314	1.314	1.314
Total	11.823	13.136	13.136	13.136	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 3

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	92.182	106.364	106.364	106.364
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	92.182	106.364	106.364	106.364
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	38.114	41.659	42.545	45.205
5-Despesas Operacionais	11.823	13.136	13.136	13.136
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(84.342)	89.202	90.088	92.747
11-Resultado do Trimestre	7.839	17.162	16.276	13.617

Orçamento Financeiro - ANO 3

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	(82.784)	(99.125)	(106.143)	(114.048)
2-Resultado Operacional de Caixa	7.839	17.162	16.276	13.617
3-Saldo	(74.944)	(81.963)	(89.867)	(100.431)
3-1-Saldo Excedente de Caixa	-	-	-	-
4-Empréstimo				
5 - Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	(102.706)	(109.724)	(117.629)	(72.669)
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	(99.125)	(106.143)	(114.048)	(69.088)
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 3

1 - Vendas	425.455
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	106.364
3 - Resultado Operacional Bruto	319.091
4 - (Despesas Operacionais)	(52.545)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(59.091)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	260.000
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	245.675
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	36.851
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	208.823

Balanço Planejado - ANO 3

Ativo	
Ativo Circulante	
1- Caixa	(69.088)
2- Contas a Receber	106.364
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	51.457
Imobilizado	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(26.183)
Imobilizado Total	1.099.288
Ativo Total	1.150.745

Passivo e Patrimônio Líquido	
Passivo Circulante	
6- Fornecedores	45.205
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	39.000
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	89.204
Patrimônio Líquido	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	125.022

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 4

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	120.545	120.545	120.545	120.545	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	72.327	72.327	72.327	72.327	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	42.545	48.218	48.218	48.218	48.218
5- Totais a Receber	114.873	120.545	120.545	120.545	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	48.218	48.218	48.218	48.218	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	12.055	12.055	12.055	14.182
8- Compras	46.091	48.218	48.218	50.345	
9-Disponível para o Período	60.273	60.273	60.273	62.400	
10- Vendas	48.218	48.218	48.218	48.218	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	12.055	12.055	12.055	14.182	
12-Pagamento de Compras	46.091	48.218	48.218	50.345	
12.1- 75% Trim.Corrente	34.568	36.164	36.164	37.759	
12.2- 25% Trim.Procedente	11.523	11.523	12.055	12.055	12.586
Total	46.091	47.686	48.218	49.814	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	14.555	14.555	14.555	14.555	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	13.099	13.099	13.099	13.099	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.455	1.455	1.455	1.455
Total	13.099	14.555	14.555	14.555	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 4

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	114.873	120.545	120.545	120.545
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	114.873	120.545	120.545	120.545
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	46.091	47.686	48.218	49.814
5-Despesas Operacionais	13.099	14.555	14.555	14.555
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(93.596)	96.647	97.179	98.774
11-Resultado do Trimestre	21.277	23.898	23.367	21.771

Orçamento Financeiro - ANO 4

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	(69.088)	(71.992)	(72.274)	(73.088)
2-Resultado Operacional de Caixa	21.277	23.898	23.367	21.771
3-Saldo	(47.811)	(48.093)	(48.907)	(51.317)
3-1-Saldo Excedente de Caixa	-	-	-	-
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	(75.573)	(75.855)	(76.669)	(23.555)
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	(71.992)	(72.274)	(73.088)	(19.974)
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 4

1 - Vendas	482.182
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	120.545
3 - Resultado Operacional Bruto	361.636
4 - (Despesas Operacionais)	(58.218)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(64.764)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	296.872
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	282.547
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	42.382
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	240.165

Balanço Planejado - ANO 4

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	(19.974)
2- Contas a Receber	120.545
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	114.754
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(52.366)
Imobilizado Total	1.073.105
Ativo Total	1.187.858

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	49.814
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	44.531
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	99.344
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	135.162

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 5

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	48.218	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	133.309	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	12.586	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	55.132	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 5

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	133.309	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	133.309	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	55.132	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(104.552)	107.815	107.815	107.815
11-Resultado do Trimestre	28.758	34.003	34.003	34.003

Orçamento Financeiro - ANO 5

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	(19.974)	(15.396)	(5.574)	4.249
2-Resultado Operacional de Caixa	28.758	34.003	34.003	34.003
3-Saldo	8.784	18.607	28.429	38.252
3-1-Saldo Excedente de Caixa	-	-	1.428	11.250
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	(18.978)	(9.155)	667	66.013
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	(15.396)	(5.574)	4.249	69.595
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 5

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 5

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	69.595
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	225.595
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(104.733)
Imobilizado Total	1.020.738
Ativo Total	1.246.333

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 6

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 6

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(106.147)	107.815	107.815	107.815
11-Resultado do Trimestre	35.671	34.003	34.003	34.003

Orçamento Financeiro - ANO 6

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	69.595	81.085	90.908	100.730
2-Resultado Operacional de Caixa	35.671	34.003	34.003	34.003
3-Saldo	105.266	115.088	124.911	134.734
3-1-Saldo Excedente de Caixa	77.430	88.087	97.909	107.732
4-Empréstimo				
5 - Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	77.504	87.327	97.149	162.495
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	81.085	90.908	100.730	166.077
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 6

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 6

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	166.077
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	322.077
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(209.465)
Imobilizado Total	916.005
Ativo Total	1.238.082

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 7

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 7

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(106.147)	107.815	107.815	107.815
11-Resultado do Trimestre	35.671	34.003	34.003	34.003

Orçamento Financeiro - ANO 7

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	166.077	177.567	187.390	197.212
2-Resultado Operacional de Caixa	35.671	34.003	34.003	34.003
3-Saldo	201.748	211.570	221.393	231.215
3-1-Saldo Excedente de Caixa	173.912	184.569	194.391	204.214
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	173.986	183.809	193.631	258.977
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	177.567	187.390	197.212	262.558
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 7

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 7

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	262.558
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	418.558
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(418.931)
Imobilizado Total	706.540
Ativo Total	1.125.098
Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 8

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 8

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(106.147)	107.815	107.815	107.815
11-Resultado do Trimestre	35.671	34.003	34.003	34.003

Orçamento Financeiro - ANO 8

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	262.558	274.049	283.872	293.694
2-Resultado Operacional de Caixa	35.671	34.003	34.003	34.003
3-Saldo	298.230	308.052	317.875	327.697
3-1-Saldo Excedente de Caixa	270.394	281.051	290.873	300.696
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	270.468	280.290	290.113	355.459
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	274.049	283.872	293.694	359.040
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 8

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 8

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	359.040
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	515.040
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(837.862)
Imobilizado Total	287.609
Ativo Total	802.649

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 9

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12- Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13- Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1- Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2- Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1- Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2- Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1- Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2- Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 9

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(106.147)	107.815	107.815	107.815
11-Resultado do Trimestre	35.671	34.003	34.003	34.003

Orçamento Financeiro - ANO 9

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	359.040	370.531	380.353	390.176
2-Resultado Operacional de Caixa	35.671	34.003	34.003	34.003
3-Saldo	394.711	404.534	414.357	424.179
3-1-Saldo Excedente de Caixa	366.876	377.532	387.355	397.178
4-Empréstimo				
5 -Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	366.950	376.772	386.595	451.941
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	370.531	380.353	390.176	455.522
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 9

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 9

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	455.522
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	611.522
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(1.065.713)
Imobilizado Total	59.758
Ativo Total	671.280
Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372

Orçamento Econômico-Financeiro - PLANILHA DE TRABALHO - ANO 10

R\$	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	Prox.Trim.Orç.
1- Vendas (Programação)	141.818	141.818	141.818	141.818	141.818
2- Cobrança das Contas a Receber					
3- 60% Vendas Trim. Corrente	85.091	85.091	85.091	85.091	
4- 40% Vendas Trim. Precedente	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
5- Totais a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818	
6- Custo Mercad. Vendidas (40% vendas)	56.727	56.727	56.727	56.727	56.727
7- Estoque Inicial	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
8- Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
9-Disponível para o Período	70.909	70.909	70.909	70.909	
10- Vendas	56.727	56.727	56.727	56.727	
11- Estoque Final (25% Trim. Seguinte)	14.182	14.182	14.182	14.182	
12-Pagamento de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727	
12.1- 75% Trim.Corrente	42.545	42.545	42.545	42.545	
12.2- 25% Trim.Procedente	14.182	14.182	14.182	14.182	14.182
Total	56.727	56.727	56.727	56.727	
13-Desp. Operac. (2500+Desp.Variáveis)	16.682	16.682	16.682	16.682	
13.1-Pagam 90% no Trim Corrente	15.014	15.014	15.014	15.014	-
13.2-Pagam 10% no Trim Seguinte		1.668	1.668	1.668	1.668
Total	15.014	16.682	16.682	16.682	
14- Aplicações P&D - Pagamentos					
14.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
14.2-Pagam 50% no Trim Seguinte		-	-	-	0
Total	-	-	-	-	0
15 - Esforço de MKT(Propaganda + Canais)					
15.1-Pagam 50% no Trim Corrente	-	-	-	-	0
15.2-Pagam 50% no Trim Seguinte	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Provisão para Investimentos (Externalidades)	13.881	13.881	13.881	13.881	
Provisão para Depreciações	1.636	1.636	1.636	1.636	
Provisão de Taxas e Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525	
Aporte de Capital					

Orçamento Operacional - ANO 10

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Entrada de Caixa				
2.1-Cobrança de Contas a Receber	141.818	141.818	141.818	141.818
2.2-Aporte de Capital				
2.3-Entrada de Caixa Total	141.818	141.818	141.818	141.818
3-Saídas de Caixa				
4-Pagamentos de Compras	56.727	56.727	56.727	56.727
5-Despesas Operacionais	15.014	16.682	16.682	16.682
6-Despesas c/ Marketing	-	-	-	-
7-Gastos c/ P&D	-	-	-	-
8-Impostos	20.525	20.525	20.525	20.525
9- Investimento	13.881	13.881	13.881	13.881
10-Total de Saídas	(106.147)	107.815	107.815	107.815
11-Resultado do Trimestre	35.671	34.003	34.003	34.003

Orçamento Financeiro - ANO 10

	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.
1-Saldo de Caixa (Início Trimestre)	455.522	467.013	476.835	486.658
2-Resultado Operacional de Caixa	35.671	34.003	34.003	34.003
3-Saldo	491.193	501.016	510.838	520.661
3-1-Saldo Excedente de Caixa	463.358	474.014	483.837	493.659
4-Empréstimo				
5 - Pagamento de Empréstimo	27.762	27.762	27.762	27.762
5-Total	463.432	473.254	483.077	548.423
6-Pagamento de Juros	3.581	3.581	3.581	3.581
7-Recebimento de Juros				
8-Saldo de Caixa (Fim Trimestre)	467.013	476.835	486.658	552.004
9-Empréstimo Cumulativo	-	-	-	-

Demonstrativo de Resultados Planejado - ANO 10

1 - Vendas	567.273
2 - (Custo das Mercadorias Vendidas)	141.818
3 - Resultado Operacional Bruto	425.455
4 - (Despesas Operacionais)	(66.727)
5 - (Despesas com Esforço de Marketing)	-
6 - (Custos de P&D)	-
7 - (Depreciações)	(6.546)
8 - (Subtotal) (4+5+6+7)	(73.273)
9 - Lucro antes Juros e Imposto Renda (LAJIR)	352.181
10 - Saldo de Juros	(14.325)
11 - Lucro Antes Imposto de Renda (LAIR)	337.856
12 - Provisão para Imposto de Renda (15%)	50.678
13 - Lucro Líq. após pagam. Imposto de Renda (LAJI)	287.178

Balanço Planejado - ANO 10

Ativo	
<u>Ativo Circulante</u>	
1- Caixa	552.004
2- Contas a Receber	141.818
3- Estoques	14.182
Ativo Circulante Total	708.004
<u>Imobilizado</u>	
4- Terrenos	15.000
5- Imobilizações em Andamento	
6- Prédios e instalações	1.110.471
Menos (Depreciação Acumulada)	(1.065.713)
Imobilizado Total	59.758
Ativo Total	767.762

Passivo e Patrimônio Líquido	
<u>Passivo Circulante</u>	
6- Fornecedores	56.727
7- Despesas Operacionais a Pagar	5.000
8- Custos de P&D	
9- Esforço de MKT a Pagar	
10- Impostos de Renda a Recolher	52.827
11- Financiamento Bancário	
12- Dividendos a Distribuir	
Passivo Circulante	114.554
<u>Patrimônio Líquido</u>	
12- Ações Ordinárias	-
13- Lucros Suspensos	35.818
Patrimônio Líquido Total	35.818
Passivo e Patrimônio Líquido Total	150.372