

MOACIR CHAVES BORGES

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE APOIO À DECISÃO
SOBRE INVESTIMENTOS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS NA CADEIA
PRODUTIVA DO BIODIESEL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008**

Moacir Chaves Borges

**Protótipo de um Sistema Integrado de Apoio à Decisão
sobre Investimentos Industriais e Agrícolas na Cadeia
Produtiva do Biodiesel**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2008.

**Prof. Aziz Galvão da Silva Júnior
(Co-Orientador)**

**Prof. José Luis Braga
(Co-Orientador)**

Prof.a Jane Sélia dos Reis Coimbra

Prof. Eliane Calomino Gonçalves

**Prof. Ronaldo Perez
(Orientador)**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Ronaldo Perez, pela paciência, apoio, dedicação e orientação durante todo meu período de Mestrando, além do incentivo em minha vida profissional;

Aos meus conselheiros, Prof.s Aziz Galvão da Silva Júnior e José Luis Braga, pelas sugestões e seriedade com o trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e o Ministério do Desenvolvimento Agrário pelo fomento ao trabalho;

Aos colegas que passaram ou que continuam no projeto biodiesel;

À minha filha Manuela, fonte de vida;

À Márcia e aos meus familiares pela paciência, compreensão e apoio;

Aos amigos e colegas pelas palavras de apoio.

BIOGRAFIA

Moacir Chaves Borges, filho de Marise Chaves Borges e Moacir Borges, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, no dia 19 de abril de 1979.

Graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa em agosto de 2004.

Em março de 2005 iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*, em 27 de fevereiro de 2008.

RESUMO

BORGES, Moacir Chaves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008.
Protótipo de um Sistema Integrado de Apoio à Decisão sobre Investimentos Industriais e Agrícolas na Cadeia Produtiva do Biodiesel. Orientador: Ronaldo Perez. Co-Orientadores: Aziz Galvão da Silva Júnior e José Luis Braga.

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de apoio à decisão capaz de avaliar a viabilidade econômica de projetos agrícola e industrial integrados na produção de biodiesel. Denominado SADBioDiesel, o protótipo permite avaliar questões do tipo: “qual o montante de investimentos necessários para produtores agrícolas e industriários?”; “que preço deve ser pago ao agricultor familiar para que o mesmo tenha garantia de renda familiar mínima e a indústria tenha bons retornos financeiros?”; “que região ou oleaginosa permite obtenção de custos de produção e preços de venda mais competitivos?”; e “quão competitivo é um projeto com Selo Combustível Social contra um projeto sem o Selo?”. Seguindo o processo de prototipação de sistemas de informação, o SADBioDiesel foi desenvolvido a partir de conceitos de matemática financeira e de avaliação econômica de projetos de investimento. Assim, após a entrada das informações de configuração geral do projeto e da orçamentação dos elos industrial e agrícola o protótipo apresenta como resultados de apoio à decisão de investir os clássicos indicadores de avaliação econômica, VPL, TIR e TRC – tanto para a avaliação industrial, quanto agrícola – acrescidos de indicadores sobre a renda agrícola familiar, o lucro unitário de uso da terra e o número de beneficiários do elo agrícola, sobre os quais o usuário concluirá se o projeto agroindustrial é viável ou não de ser implantado.

ABSTRACT

BORGES, Moacir Chaves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, 2008, February of 2008. **Integrated Decision Support System Prototype to Industrial and Agricultural Investments in the Biodiesel Supply Chain.** Adviser: Ronaldo Perez. Co-Advisers: Aziz Galvão da Silva Júnior and José Luis Braga.

A decision support system prototype was developed to evaluate the economical viability of integrated industrial and agricultural projects in the biodiesel supply chain. Called SADBioDiesel, the prototype allows answering questions like: “how much should be paid to the farmers from their raw material to provide good income to them and at the same time giving good return to the industry?”; “how much are the investments on the industry and the agricultural links?”; “which regions and oilseeds are more competitive?”; and “how competitive is a project with the stamp ‘Social Fuel’ over a project without it?”. Using the method of information system prototyping, SADBioDiesel contains concepts of the financial mathematic and economical engineering. So, after the general configuration, and the industrial and agricultural budgeting, the prototype presents as results to support the investment’s decision the classical indicators of economic evaluation, NPV, IRR and PBP – to the both industrial and agricultural links – more the indicators about the rural family income, the unitary profit of the land use and the number of beneficiaries of the agricultural link, which help the user to conclude about the agroindustrial project viability.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Resumo..... | iii |
| Abstract..... | iv |
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1. Justificativa..... | 2 |
| 2. Objetivos | 4 |
| 3. Revisão Bibliográfica..... | 5 |
| 3.1. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel | 5 |
| 3.2. Produção Brasileira de Biodiesel | 7 |
| 3.3. Cadeia de Produção do Biodiesel | 9 |
| 3.4. Elaboração de Projetos de Investimentos..... | 12 |
| 3.4.1. Avaliação Econômica de Projetos de Investimentos..... | 14 |
| 3.4.1.1. Indicadores Baseados no Valor Presente Líquido | 15 |
| 3.4.1.2. Indicadores Baseados na Taxa de Retorno | 16 |
| 3.4.1.3. Indicadores Baseados na Relação Custos vs. Benefícios | 18 |
| 3.4.1.4. Indicadores Baseados no Reembolso do Capital..... | 18 |
| 3.5. Processo de Tomada de Decisão | 19 |
| 3.6. Sistema de Apoio à Decisão | 21 |
| 4. Metodologia..... | 27 |
| 4.1. Desenvolvimento do Protótipo SADBioDiesel..... | 27 |
| 4.2. Avaliação Econômica de Projetos de Investimento | 28 |
| 5. Resultados & Discussão | 30 |
| 5.1. Conceitualização do SADBioDiesel | 30 |
| 5.2. Descrição do Protótipo..... | 36 |
| 5.2.1. Configuração do Projeto..... | 37 |
| 5.2.2. Configuração das Matérias-Primas | 38 |
| 5.2.3. Configuração dos Sistemas Produtivos..... | 40 |
| 5.2.4. Escalonamentos da Indústria e dos Sistemas Produtivos..... | 43 |
| 5.2.5. Definição das Condições de Financiamento | 45 |
| 5.2.6. Orçamentação dos Elos Agrícola e Industrial | 46 |
| 5.2.6.1. Receitas, Custos e Investimentos do Elo Industrial..... | 47 |
| 5.2.6.2. Receitas, Custos e Investimentos do Elo Agrícola..... | 52 |
| 5.2.7. Resultados dos Projetos no SADBioDiesel..... | 56 |
| 5.3. Estudo de Caso..... | 58 |
| 6. Conclusões | 63 |
| 7. Referências Bibliográficas..... | 65 |
| 8. Apêndices | 70 |
| A) Dicionário de Dados | 70 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Capacidade Instalada, Produção e Volume Leiloado de Biodiesel no Brasil. .9 | |
| Figura 2. Cadeia de Produção de Biodiesel..... 11 | 11 |
| Figura 3. Diagrama do Processo de Tomada de Decisão.20 | 20 |
| Figura 4. Diagrama de Influência sobre a Decisão de Investir.21 | 21 |
| Figura 5. Árvore de Decisão sobre Investimentos.21 | 21 |
| Figura 6. Diagrama dos Componentes de um SAD.....22 | 22 |
| Figura 7. Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistemas.24 | 24 |
| Figura 8. Metodologia do Desenvolvimento do SADBioDiesel.27 | 27 |
| Figura 9. Cadeia de Produção de Biodiesel avaliada pelo SADBioDiesel.....31 | 31 |
| Figura 10. Árvore de Decisão de Projetos Agroindustriais de Biodiesel.....32 | 32 |
| Figura 11. Diagrama de Fluxo de Dados das Planilhas de Configuração do Projeto. ..35 | 35 |
| Figura 12. Estrutura Geral do SADBioDiesel.37 | 37 |
| Figura 13. Tela de Configuração do Projeto.38 | 38 |
| Figura 14. Tela de Configuração das Matérias-Primas.....39 | 39 |
| Figura 15. Diagrama de Fluxo de Dados das Oleaginosas, produzidas pelo Projeto...40 | 40 |
| Figura 16. Diagrama de Fluxo de Dados da Matéria-Prima do Mercado.....40 | 40 |
| Figura 17. Diagrama de Fluxo para Definir o Tamanho do Elo Agrícola.41 | 41 |
| Figura 18. Tela de Configuração dos Sistemas Produtivos.43 | 43 |
| Figura 19. Tela de Configuração dos Escalonamentos do Projeto.....44 | 44 |
| Figura 20. Tela de Configuração dos Escalonamentos do Projeto.....45 | 45 |
| Figura 21. Tela de Configuração do Financiamento do Projeto.....46 | 46 |
| Figura 22. Balanço de Massa do Processo de Produção de Biodiesel.47 | 47 |
| Figura 23. Diagrama de Fluxo de Dados da Orçamentação do Elo Industrial.....48 | 48 |
| Figura 24. Tela de Orçamentação da Receita do Elo Industrial.49 | 49 |
| Figura 25. Tela de Orçamentação dos Custos de Produção do Elo Industrial.50 | 50 |
| Figura 26. Tela de Orçamentação dos Investimentos do Elo Industrial.....51 | 51 |
| Figura 27. Diagrama de Fluxo de Dados da Orçamentação do Elo Agrícola.52 | 52 |
| Figura 28. Tela de Orçamentação da Receita do Elo Agrícola.....53 | 53 |
| Figura 29. Tela de Orçamentação dos Custos das Atividades Agrícolas.55 | 55 |
| Figura 30. Tela do Fluxo de Caixa do Elo Industrial.56 | 56 |
| Figura 31. Diagrama de Fluxo de Dados para Projeção do Fluxo de Caixa Industrial. 57 | 57 |
| Figura 32. Tela dos Indicadores do Projeto.58 | 58 |
| Figura 33. Caminhos das Tomadas de Decisão dos Cenários 1, 2, 3.....62 | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Configuração Geral do Projeto em Estudo. | 59 |
| Tabela 2. Definição das Variáveis dos 3 Cenários do Projeto em Estudo..... | 60 |
| Tabela 3. Resultado dos 3 Cenários do Projeto em Estudo. | 60 |
| Tabela 4. Resumo da Conclusão de Viabilidade do Projeto em Estudo..... | 61 |

LISTA DE ABREVIATURAS & SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ANP | Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis |
| COFINS | Contribuição Financeira Social |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| CVDS | Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistema |
| EMATER | Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural |
| ICMS | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços |
| MAPA | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento |
| MCidades | Ministério das Cidades |
| MDA | Ministério do Desenvolvimento Agrário |
| MI | Ministério da Integração Nacional |
| NAE | Núcleo de Assuntos Estratégicos |
| NBB | National Biodiesel Board |
| PIS | Participação de Incentivo à Seguridade |
| PNPB | Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel |
| PRONAF | Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar |
| ROI | Retorno sobre Investimento |
| SAD | Sistema de Apoio à Decisão |
| SCS | Selo Combustível Social |
| SP | Sistema Produtivo |
| TER | Taxa Externa de Retorno |
| TIR | Taxa Interna de Retorno |
| TMA | Taxa Mínima de Atratividade |
| TRC | Tempo de Recuperação de Capital |
| UE | Comunidade Européia |
| VAL | Valor Anual Líquido |
| VCL | Valor Capitalizado Líquido |
| VFL | Valor Futuro Líquido |
| VPL | Valor Presente Líquido |

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a elevação do preço internacional do petróleo associada às questões das mudanças climáticas tem levado a um uso mais racional das fontes energéticas atualmente disponíveis, juntamente com o desenvolvimento da produção de energia por fontes renováveis (Iturra, 2003). Neste cenário destacam-se os biocombustíveis, que trazem incentivos à agricultura pela elevada demanda de matéria-prima, presente principalmente na produção de etanol no Brasil e EUA e de biodiesel na UE – União Européia.

O Brasil, apesar de possuir produção e mercado de etanol consolidados, ainda encontra-se em fase inicial da produção de biodiesel fomentada através da obrigatoriedade da adição de 2% de biodiesel ao diesel mineral no início de 2008. Espera-se que os 150 milhões de hectares de área agricultável e a diversidade de condições edafo-climáticas possam ajudar o Brasil a se tornar líder mundial na produção de biodiesel.

O potencial brasileiro de culturas para a produção de biodiesel, supera 200 espécies, envolvendo tanto cultivos anuais, como a mamona, o girassol, a canola, a soja, o algodão, e o amendoim, quanto perenes como o dendê, o babaçu e muitas outras palmáceas. Complementando a diversidade de matérias-primas para o biodiesel ainda tem-se o uso do sebo bovino e de óleos residuais de frituras e de esgoto, além de resíduos oriundos do refino dos óleos vegetais brutos.

A decisão quanto ao cultivo agrícola de matéria-prima depende da garantia de lucro da atividade e de renda aos agricultores, mas também da possibilidade de diversificação da sua produção e agregação de valor e/ou o desenvolvimento de novas atividades como o uso da torta na nutrição animal. Quanto ao elo industrial, o investidor espera o retorno econômico sobre o capital investido.

Assim, este trabalho se propôs a desenvolver um protótipo de um sistema de apoio à decisão capaz de avaliar a viabilidade econômica de projetos agrícolas da agricultura familiar e industriais integrados para a produção de biodiesel.

1.1. JUSTIFICATIVA

Atualmente o grande gargalo para a consolidação da produção de biodiesel está vinculado ao seu alto custo de produção, se comparado aos custos de produção de diesel. Essa diferença no maior custo de produção do biodiesel frente ao diesel torna-se ainda mais expressiva quando se é computado o custo de mercado das oleaginosas ou dos óleos brutos. Por outro lado, quando se calculam os custos do biodiesel a partir dos custos de produção da matéria-prima agrícola o biodiesel passa a ser competitivo frente ao diesel (NAE, 2004; Barros et al., 2006).

A baixa competitividade atual do biodiesel é percebida pela avaliação do tamanho do parque industrial brasileiro, capaz de produzir mais de 2.500.000 m³/ano de biodiesel, mas que entre 2005 a 2007 produziu apenas 420.000 m³ (ANP, 2007a, 2007b). A principal razão para a reduzida produção é a pequena margem de lucro das indústrias, as quais adquirem matéria-prima a um alto valor, porém sendo obrigadas a comercializar o biodiesel a preços baixos em comparação com os demais mercados derivados dos óleos vegetais.

Portanto, o desenvolvimento de projetos de investimentos agroindustriais de biodiesel é fundamental nesse cenário, onde o mercado é promissor, mas a margem de lucro é ainda bem reduzida. Entretanto, conforme o levantamento do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – NAE (2004), os custos da aquisição da matéria-prima representam mais de 75% do custo total de produção do biodiesel, o que torna também importante a elaboração e avaliação conjunta de projetos tanto de produção industrial de extração de óleos vegetais e sua conversão em biodiesel, quanto agrícola de oleaginosas.

Outro fator motivador para a construção de um protótipo capaz de conjugar a avaliação industrial e agrícola na cadeia do biodiesel é a própria legislação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, que favorece a integração entre a produção agrícola familiar de matéria-prima e a indústria de biodiesel ao conceder incentivos fiscais para o investidor industrial que investir na parceria com a agricultura familiar, conforme o Decreto 5.297/2004.

Dessa forma, o protótipo de apoio à decisão apresentado e caracterizado nesta dissertação se insere nesse âmbito e surge como forma de auxiliar nas respostas a perguntas do tipo: “qual o montante de investimentos necessários para produtores agrícolas e industriários?”; “que preço deve ser pago ao agricultor familiar para que o mesmo tenha garantia de renda familiar mínima e a indústria tenha bons retornos financeiros?”; “que região ou oleaginosa permite obtenção de custos de produção e preços de venda mais competitivos?”; e “qual o impacto na renda familiar em caso de alteração na cotação de insumos?”.

O protótipo terá que apresentar custos, receitas e lucros tanto do elo industrial quanto agrícola, de forma a permitir a sua utilização como plataforma de negociação das margens de lucro de cada elo produtivo, ou seja, dos resultados financeiros tanto ao empresário industrial como aos agricultores familiares, o que dará a sustentabilidade local da cadeia, bem como sua competitividade em âmbito nacional ou até internacional.

2. OBJETIVOS

O presente projeto objetiva desenvolver um protótipo de apoio à decisão sobre investimentos na produção agroindustrial de biodiesel, capaz de avaliar conjuntamente projetos econômico-financeiros voltados aos elos de produção industrial de produção de biodiesel e agrícola de matéria-prima oleaginosa.

Especificamente deverão ser atendidos:

- A apresentação de uma estrutura de avaliação de projetos agroindustriais de biodiesel que congregue a agroindústria produtora de biodiesel e a agricultura familiar como uma das partes fornecedoras de matérias-primas;
- Demonstrar o uso do protótipo a partir de um caso específico.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi desenvolvido entre os anos de 2002 a 2004 e implantado no início do ano de 2005, tendo como motivador o potencial agrícola e o interesse de gerar benefício social no meio rural, fixando e conferindo renda ao homem do campo, através do cultivo de oleaginosas para extração de óleos vegetais, matéria-prima do biodiesel.

Segundo estudos dos Ministérios do Desenvolvimento Agrário (MDA), da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), da Integração Nacional (MI) e das Cidades (MCidades): cada 1% de substituição do diesel por biodiesel produzido com matérias-primas oriundas da agricultura familiar pode gerar 45 mil empregos no campo, com uma renda anual média de R\$ 5.000,00. Entretanto se as matérias-primas tivessem origem na agricultura empresarial estes números seriam apenas 1/10 do apresentado (Holanda, 2004).

Uma projeção inicial do MDA dentro do PNPB estimava que 200 mil agricultores familiares, financiados pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), estariam envolvidos no cultivo de oleaginosas, sem deixar de produzir os seus cultivos tradicionais, como milho, arroz e feijão, estimulando assim a diversificação para os agricultores (Rosseto, 2005). Dados divulgados pelo MDA em 2007 demonstraram que mais de 205 mil famílias estão contratadas junto às empresas de biodiesel em todo o país (MDA, 2007).

O PNPB é condensado na Lei nº. 11.097/2005 e no Decreto nº. 5.297/2004. A Lei nº. 11.097/2005 introduziu o biodiesel na matriz energética nacional, fixando um percentual mínimo de 2% em volume de mistura de biodiesel sobre o óleo diesel comercializado ao consumidor final (diesel B2) até 2008 e de 5% (diesel B5) até 2013

(Brasil, 2005). Esta medida representa, segundo o consumo de diesel em 2005, uma demanda aproximada de 800 mil m³/ano de biodiesel (ANP, 2006), somente para suprir a demanda por B2.

A Lei 11.097 de 2005 também define o que vem a ser biodiesel, como qualquer combustível derivado de biomassa capaz de substituir os combustíveis fósseis em motores de combustão por compressão, como é o caso do motor a diesel (Brasil, 2005). Com isso a legislação brasileira é mais abrangente na definição sobre biodiesel, em contraposição às definições americana e européia, que apenas consideram biodiesel como uma mistura de monoalquilésteres derivados de óleos vegetais e álcoois de cadeia curta (NBB, 2005). Essa amplitude na definição de biodiesel abre oportunidade ao desenvolvimento de outras rotas tecnológicas para a substituição do diesel mineral, além das especificadas acima como o próprio uso do óleo vegetal *in natura*, através de adaptações nos motores do ciclo diesel, ou mesmo hidrocarbonetos derivados da clivagem dos óleos vegetais ou gorduras animais, através do processo de craqueamento termocatalítico.

O Governo Brasileiro visando uma política de inclusão social publicou o Decreto nº. 5.297/2004 (Brasil, 2004a), o qual promove uma série de reduções tributárias federais na Participação de Incentivo à Seguridade (PIS), e na Contribuição Financeira Social (COFINS), à produção de biodiesel conjugada com a inserção da agricultura familiar e das regiões Norte, Nordeste e Semi-Árido na cadeia produtiva do biodiesel, mediante aquisição de matéria-prima desses. As reduções tributárias da PIS e da COFINS são:

- # 31,8% de redução na PIS e na COFINS sobre o volume de biodiesel oriundo de dendê ou mamona das regiões Norte, Nordeste e Semi-Árido, significando uma taxa de R\$ 151,50/m³ de biodiesel puro produzido, contra os atuais R\$ 222,20/m³;
- # 68,5% de redução na PIS e na COFINS sobre o volume de biodiesel oriundo de matérias-primas da agricultura familiar, desde que o custo de aquisição destas matérias-primas represente pelo menos 50% quando oriundo das regiões Nordeste e Semi-Árido, 30% das regiões Sul e Sudeste, e 10% das regiões Centro-Oeste e Norte, significando uma taxa de R\$ 70,02/m³;
- # 100% de redução na PIS e na COFINS sobre o volume de biodiesel oriundo de mamona ou dendê da agricultura familiar, desde que o custo de aquisição destas

matérias-primas represente pelo menos 50% se provierem das regiões Nordeste e Semi-Árido e 10% da Norte.

No entanto, para que os produtores de biodiesel se beneficiem das reduções tributárias na PIS e na COFINS de 68,5% e 100% estes devem possuir o selo “Combustível Social” (SCS). O SCS é a homologação pelo MDA de que as empresas de biodiesel detentoras estão promovendo inclusão social e geração de renda na agricultura familiar, a partir da aquisição de matéria-prima deste segmento agrícola. As regras para a concessão do SCS que exigem que além da aquisição de matérias-primas da agricultura familiar acima dos percentuais mínimos (50% no NE, 30% no S e SE, e 10% no N e CO), a empresa: estabeleça contratos de aquisição da matéria-prima com esses agricultores e/ou suas cooperativas, previamente negociado com alguma entidade de representação da agricultura familiar como os Sindicatos de Trabalhadores Rurais, suas Federações estaduais e sua Confederação Nacional; e forneça assistência e capacitação técnica aos agricultores. Além do benefício fiscal, os produtores de biodiesel com selo poderão usufruir de linhas de créditos diferenciadas, além de participarem de incentivos de políticas públicas, como os leilões de aquisição de biodiesel (Brasil, 2004b; MDA, 2005a, 2005b).

3.2. PRODUÇÃO BRASILEIRA DE BIODIESEL

Com o lançamento do PNPB em janeiro de 2005, a partir de março do mesmo ano já aparecem os primeiros registros de produção comercial de biodiesel, gerando uma grande expectativa de que o PNPB possa se transformar em um dos maiores programas brasileiros de desenvolvimento sustentável. Tal expectativa se deve ao fato do biodiesel poder ser produzido a partir dos óleos vegetais de diversos grãos, caroços e frutos oleaginosos, o que permitiria a instalação de indústrias produtoras de biodiesel em todas as regiões do país, uma vez que a produção agrícola de oleaginosas seria tecnicamente viável em todo o território nacional.

A diversidade de matérias-primas, e também de processos, é uma grande vantagem para a produção brasileira de biodiesel, contudo leva à responsabilidade de se analisar adequadamente: os custos totais envolvidos; as possibilidades de geração de emprego e renda; as disponibilidades de área agrícola, mão-de-obra adequada e insumos; a segurança no abastecimento, a capacidade de processamento pela indústria e integração final aos circuitos de distribuição; e as emissões no ciclo de produção do biodiesel; além de outros fatores (NAE, 2004).

Apesar das expectativas positivas, o elevado custo de produção do biodiesel frente ao diesel, pode impedir uma evolução significativa para a rápida consolidação do PNPB. Mas, convém lembrar, que o mesmo problema do elevado custo de produção do etanol frente à gasolina ocorreu no início do PROÁLCOOL¹, revertendo-se, posteriormente, durante o decorrer da curva de aprendizagem, a partir do aumento da eficiência industrial de conversão do açúcar em etanol, bem como da produtividade de cana-de-açúcar no campo (NAE, 2004).

Os elevados custos de produção do biodiesel levam a uma baixa viabilidade econômica do biodiesel, o que juntamente com as incertezas quanto a legislações, tributação e financiamentos no início do programa fizeram com que a produção em 2005 não chegasse a 1.000 m³, contra uma demanda potencial de 800.000 m³, uma vez que seu consumo era facultativo (ANP, 2007a). Dessa forma, para garantir os investimentos necessários para atender ao PNPB, o Governo Federal antecipou a obrigatoriedade do B2 (mistura de 2% de biodiesel ao diesel mineral), através da compra pública pela Petrobras, de quase 900.000 m³ de biodiesel, com preço médio de R\$ 1.787,00/m³, já computado a PIS e a COFINS, mas sem o Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS). No total, foram realizados cinco leilões entre novembro de 2005 e fevereiro de 2007, com entrega até dezembro de 2007 (ANP, 2007c).

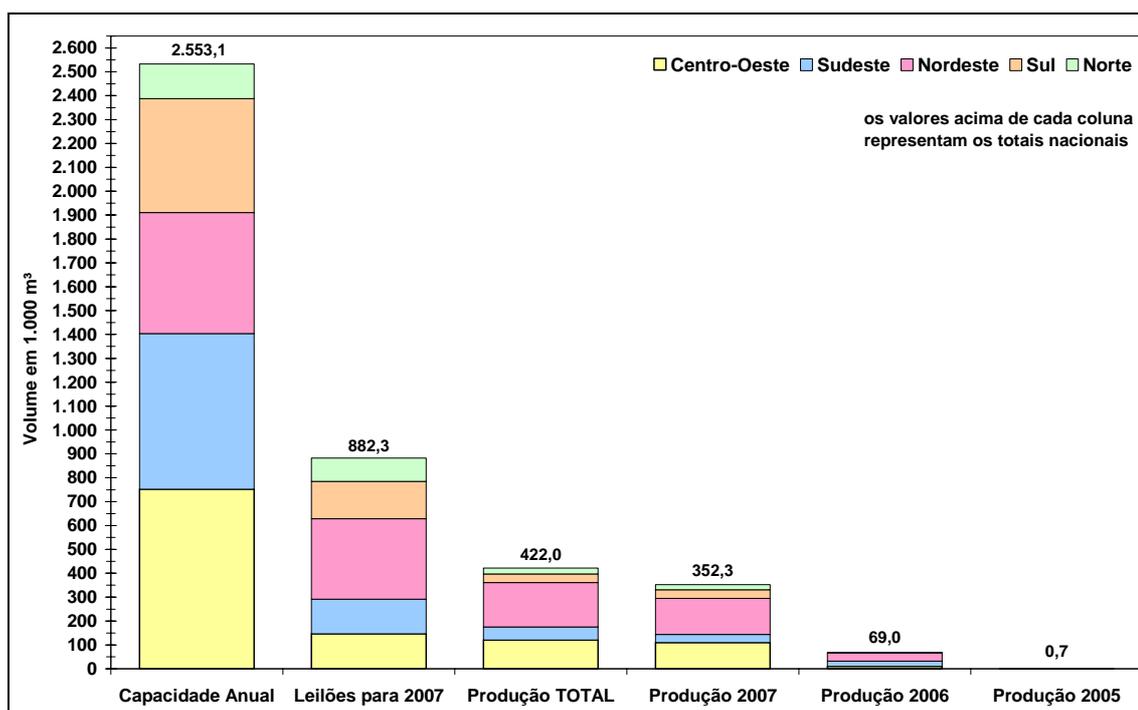
Composto por 49 usinas autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o parque industrial de produção de biodiesel no país está concentrado nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, onde se situam 33 usinas responsáveis por 55% da capacidade instalada. Entretanto, somente metade dos empreendimentos produziu alguma quantidade de biodiesel até 2007 (ANP, 2007b).

Contrastando-se as informações da ANP com as do MDA, das 49 usinas autorizadas apenas 27 têm o SCS. No entanto as unidades com selo respondem por 90% da capacidade instalada. Quanto à participação dessas unidades na produção nacional de 2005 a 2007, 18 usinas realizaram entregas de biodiesel, chegando a produzir quase a totalidade do volume total de biodiesel neste período (ANP, 2007c; MDA, 2007).

A Figura 1 apresenta a comparação entre a capacidade instalada de produção de biodiesel em 2007, o volume leiloado para entrega até 2007 e a produção efetiva

¹ PROÁLCOOL foi o 1º programa brasileiro de substituição dos combustíveis fósseis. Lançado em 1975, ante à 2º grande crise do petróleo, teve o objetivo de substituição da gasolina por etanol produzido a partir da cana-de-açúcar. O PROÁLCOOL atuou fortemente até 1985. Para maiores informações sugere-se a leitura de Homem de Melo e Fonseca (1981).

entre 2005 e 2007, distribuídos pelas regiões brasileiras. Pela Figura 1, percebe-se que a produção nacional foi praticamente nula em 2005 (apenas 736 m³), sofrendo um grande impacto em 2006 e 2007 (69.002 e 352.261 m³, respectivamente), com a realização dos leilões públicos de biodiesel. Porém, o volume produzido nesse período não atendeu à metade do volume leiloadado, além de não atingir 20% da capacidade instalada do parque industrial.



Fonte: adaptação de ANP (2007a, 2007b, 2007c).

Figura 1. Capacidade Instalada, Produção e Volume Leiloadado de Biodiesel no Brasil.

A partir da observação da Figura 1, nota-se que existe uma distorção na distribuição regional entre a capacidade instalada, o volume leiloadado e a produção efetiva total. Isso ocorre, principalmente, no Centro-Oeste onde se observa uma menor participação das empresas da região no volume leiloadado, em relação à sua capacidade instalada e produção efetiva. Já no Sudeste, observa-se uma maior participação na capacidade instalada, quando comparada à sua participação no volume leiloadado e produzido. A região Nordeste por sua vez, tem uma baixa participação na capacidade instalada, porém tem uma participação elevada nos leilões e nos volumes entregues.

3.3. CADEIA DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Segundo Batalha (2001), uma cadeia de produção compreende os diferentes atores que interdependentemente atuam no sistema econômico de determinada

matéria-prima ou produto. Essa relação de interdependência se dá por três elementos: encadeamento técnico dos processos de transformação da matéria-prima até o produto; relação comercial representada pelo fluxo material e financeiro entre esses agentes; e agregação de valor incrementada em cada processo de transformação. A forma com que cada elo se articula dentro de uma cadeia determina a forma organizativa da cadeia produtiva. Cada elo da cadeia é entendido como um conjunto de agentes que atuam da mesma forma em uma determinada cadeia, assim as cadeias agroindustriais podem ser divididas em três grandes elos produtivos:

Produção de matéria prima – reúne as firmas que fornecem as matérias primas iniciais para que outras empresas avancem no processo de produção do produto final;

Industrialização – representa as firmas responsáveis pela transformação das matérias primas em produtos finais destinados ao consumidor, sendo esta unidade familiar ou outra agroindústria;

Comercialização – representa as empresas que estão em contato com o cliente final da cadeia de produção, responsáveis pela logística, distribuição e comercialização dos produtos finais.

Tomando por base o conceito descrito acima, a cadeia produtiva do biodiesel é expressa na Figura 2, a qual se inicia pelo elo agrícola de produção oleaginosa e termina no posto com a comercialização da mistura diesel e biodiesel (BX ²).

Dentro do ambiente acadêmico-científico, são poucos os estudos relacionados à viabilidade econômico-financeira da produção de biodiesel, tendo destaque os trabalhos de Haas et al (2006), que desenvolveram um modelo computacional flexível em planilha eletrônica para a estimativa de custos operacionais e de capital de unidades de produção de biodiesel de médio porte; de Tapasvi et al (2004), os quais implementaram um modelo que incorpora dados de engenharia (balanços de massa e de energia, instalações e equipamentos) na produção de biodiesel a base de metanol para quantificar as entradas e saídas do processo e relacioná-las com a viabilidade econômica de produção; de Ugarte & Ray (2000), que descreveram a utilização de um modelo norte-americano, para os setores de biomassa e bioenergia, na simulação de mudanças políticas, econômicas e ambientais, além de estimar conseqüentes impactos no setor agrícola; de Bender (1999), que comparou a viabilidade econômica

² O termo BX indica a porcentagem de biodiesel na mistura diesel + biodiesel, assim B2 indica que o diesel possui 2% de biodiesel, enquanto B100 significa biodiesel puro.

da produção de biodiesel em pequena (cooperativas de agricultores), média e larga escala industrial; e de Van Dyne, Weber & Braschler (1996), que avaliaram os efeitos macroeconômicos da produção de biodiesel em comunidades rurais.

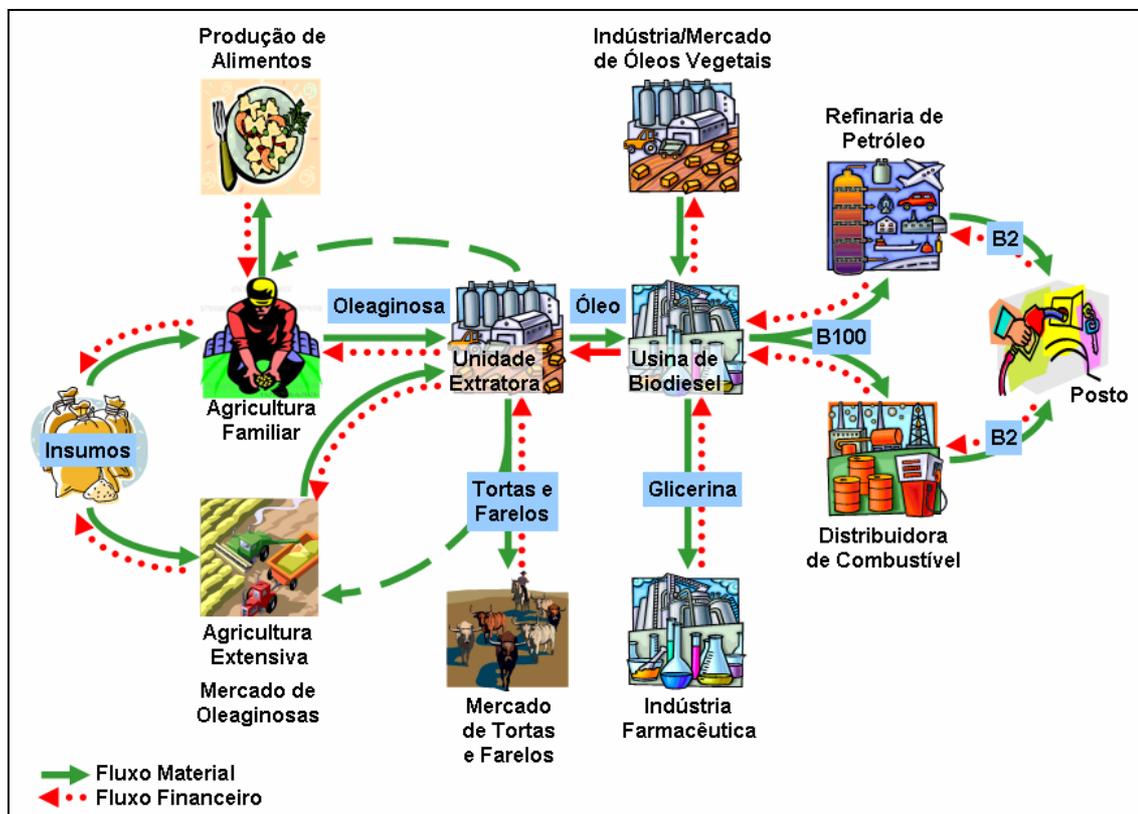


Figura 2. Cadeia de Produção de Biodiesel.

Ao se observar a Figura 2, identifica-se diversos produtos secundários (tortas, farelos, glicerina e gêneros alimentícios) originados da cadeia do biodiesel. A correta destinação desses subprodutos, ou a obtenção de preços satisfatórios, interferem na viabilidade do biodiesel, em função da entrada de capital na cadeia do biocombustível, conforme os trabalhos de Bender (1999); Tapasvi, Wiesenborn & Gustafson (2004); Holanda (2004); Haas et al (2006).

No Brasil, em muitos eventos (fóruns, congressos, simpósios, *workshops*) têm-se discutido a viabilidade econômica do biodiesel, porém tomando-se por base somente os custos de produção do biocombustível, a partir da oferta de matéria-prima, sem avaliar sua viabilidade para o elo agrícola. Neste caso, o trabalho de Barros et al (2006) é o mais abrangente no assunto, tendo levantado o custo de produção de biodiesel a partir de diferentes oleaginosas nas cinco regiões geográficas do Brasil. É nesse cenário que o protótipo desenvolvido está inserido, ao possibilitar a avaliação da viabilidade de investimentos integrados nos dois elos produtivos (agrícola e industrial)

da cadeia do biodiesel, considerando-se a interdependência existente entre a oferta de oleaginosa pelos agricultores e sua demanda pela unidade industrial.

3.4. ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS

Clemente (2002) define projeto de investimento como a estruturação de implantação de uma idéia no futuro, oriunda da percepção de necessidades e/ou oportunidades, o qual consiste sumariamente no dimensionamento de todas as implicações favoráveis e desfavoráveis à implantação da idéia, para avaliação da viabilidade de sua execução. Um projeto não tem o objetivo de diminuir os riscos inerentes ao insucesso da idéia, mas sim o de diminuir o nível de incerteza acerca das informações que cercam a idéia. Assim o trabalho mais complexo da elaboração de projetos está em estimar, com baixo nível de incerteza, os investimentos, os custos e as receitas, decorrentes da implantação do projeto. Woiler & Mathias (1992) reiteram que na condução de um estudo de viabilidade, várias alternativas devem ser avaliadas, a fim de se escolher entre as mais viáveis.

Já, Melnick (1972) e Souza & Clemente (2002) definem os projetos de estudos de viabilidade técnico-econômicos de investimentos como um conjunto de antecedentes que combinados elevam o nível de informação, permitindo julgar mais racionalmente as vantagens e desvantagens referentes à dotação de recursos econômicos em algum empreendimento, diminuindo assim os riscos. Souza (1997) enfatiza a importância dos projetos de investimentos pelo desembolso de uma grande soma de recursos – tempo, material humano, capital e insumos – associados à implantação de um investimento, sobre o qual o custo de reversibilidade é muito elevado ou até mesmo cuja desistência seja irreversível.

Portanto, um investimento pode ser entendido com uma aplicação de capital em algum empreendimento com o objetivo de obter fluxo de caixa positivo ao longo do seu ciclo de vida (Rezende & Oliveira, 2001). Para Noronha (1998) os investimentos se caracterizam pelos bens adquiridos para o projeto, acrescidos dos custos operacionais durante o período em que as receitas são nulas, denominados de custos de implantação. Echeverria (1981) considera que um investimento se caracteriza pelos bens de produção estáveis, que não são consumíveis de imediato, sendo utilizados em diversos ciclos de produção.

Não há uma estrutura clara na elaboração de um projeto, entretanto a estrutura apresentada por Melnick (1972) parece ter se perpetuado no tempo (Fernandes, 1999)

e compreende: análise de mercado, definição do tamanho e da localização do projeto, engenharia do projeto, orçamentação dos investimentos e das condições de financiamento do capital a ser investido, dos custos e das receitas, e avaliação do projeto. Silva (2001a) expõe com bastante clareza o que cabe a cada etapa acima apresentada para um projeto de investimento:

Análise de Mercado → consiste na definição do mercado consumidor, respondendo-se às questões: quem são os consumidores, quantos são, onde estão, o que, quando, como, onde e a que preço querem; análise da concorrência, além de proceder a uma análise dos pontos fortes, fracos, das oportunidades e ameaças do projeto.

Engenharia do Projeto → compreende a definição do processo tecnológico a ser adotado, juntamente com as especificações dos equipamentos, do layout, das utilidades e da infra-estrutura das instalações industriais; também compreende a definição das qualidades e quantidades das matérias-primas, dos insumos e dos produtos envolvidos pelo projeto, e das necessidades de mão-de-obra.

Definição do Tamanho e da Localização → o tamanho e a localização do projeto dependem de informações coletadas junto ao mercado, juntamente com informações da engenharia do projeto. A definição da localização e do tamanho do projeto consiste em um problema de pesquisa operacional de otimização limitada, em que a função objetivo é a maximização do lucro (pela minimização dos custos, ou pela maximização da receita), enquanto as restrições estão dentro dos aspectos de mercado, tecnológico, jurídico, de infra-estrutura local e disponibilidade das matérias-primas e dos insumos.

Orçamentação → compreende o levantamento, a organização e o equacionamento das informações sobre os investimentos e suas condições de financiamento, os custos de produção e as possíveis receitas do projeto, Estas informações são compiladas para o fluxo caixa monetário do projeto, que é a base da avaliação econômico-financeira.

Avaliação do projeto → um projeto é avaliado sob diversas óticas dependendo do interesse do avaliador com base nos impactos sócio-ambientais, na capacidade de pagamento do capital investido e/ou financiado.

Entretanto, pode-se afirmar que um projeto privado de investimento agroindustrial (como a produção agrícola e industrial de biodiesel) não sairá do papel se não possuir viabilidade técnica, nem tampouco econômico-financeira. Melnick

(1972) ressalta que estas duas óticas se complementam na avaliação de projetos, visto que muitas vezes a seleção de alguns parâmetros técnicos necessários ao projeto é precedida por uma avaliação econômica, e a avaliação econômico-financeira do projeto como um todo só é possível após a definição de todos os aspectos técnicos do projeto (definição dos coeficientes técnicos). A avaliação econômico-financeira é fundamentada na estimativa do fluxo de caixa do projeto, que é a base para o cálculo de uma infinidade de indicadores econômicos e financeiros ³.

Por fim, um projeto de investimento não é elaborado somente para ser avaliado suas diversas viabilidades, ele deve servir como um instrumento de guia para a própria implantação do projeto, caso seja decidido pela viabilidade da implantação do projeto (Silva, 2001a).

3.4.1. Avaliação Econômica de Projetos de Investimentos

A avaliação de projetos, normalmente, é realizada na forma de um conjunto de indicadores, os quais exprimem viabilidade técnica, econômico-financeira e/ou sócio-ambiental dos projetos em análise. Certamente, o viés econômico é o filtro mais importante para os investidores privados, visto que de nada adianta seus investimentos serem técnica-, social- e/ou ambientalmente viáveis, se estes não trouxerem retorno financeiro aos seus investidores (Melnick, 1972).

De acordo com Remer & Nieto (1995a), os diferentes indicadores de viabilidade econômica de projetos podem ser categorizadas com base no valor presente líquido, na taxa de retorno, no reembolso do capital e na relação custos vs. benefícios, calculados a partir do fluxo de caixa do projeto. Dessa forma, o primeiro passo para a avaliação econômico-financeira de um investimento é estimar seu fluxo de caixa, que, segundo Silva (2001b), consiste na série periódica de entradas e saídas de recursos financeiros ao longo do horizonte de planejamento do projeto.

Enquanto as entradas de capital se resumem nas receitas, as saídas compreendem os recursos necessários para a realização dos investimentos, para arcar com os custos de produção e logística, e pagar os juros em caso de tomada de crédito para a implantação do projeto. O Quadro 1 apresenta a estrutura de um fluxo de caixa de um projeto de investimento, adotado nos trabalhos de Clemente (2002), Fernandes (1999) e Silva (1994, 2001b).

³ A distinção entre os termos econômico e financeiro é que enquanto o termo econômico engloba aspectos externos ao projeto, como o custo de oportunidade e a capitalização do capital no tempo, o termo financeiro restringe-se aos aspectos monetários internos ao projeto, como a diferença simples entre a receita e o custo.

Quadro 1. Fluxo de Caixa de um Projeto de Investimento.

| Descrição dos Itens | Períodos do Horizonte de Planejamento | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | n |
| Investimento (I) | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ |
| Custo Operacional (CO) | – | R\$ | Computando-se a Depreciação | | | | | | R\$ | R\$ |
| Receita Operacional (RO) | – | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ |
| Lucro Operacional (LO) | – | R\$ | LO = RO – CO | | | | | | R\$ | R\$ |
| Juros de Financiamento (J) | – | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ |
| Lucro Tributável (LT) | – | R\$ | LT = LO – J | | | | | | R\$ | R\$ |
| Imposto de Renda (IR) | – | R\$ | R = %ir × LT ; se LT > 0 | | | | | | R\$ | R\$ |
| Depreciação (D) | – | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ | R\$ |
| Fluxo de Caixa Líquido (FCL) | – | R\$ | FCL = LT – IR + D | | | | | | R\$ | R\$ |
| Fluxo de Caixa Acumulado (FCA) | R\$ | R\$ | FCA(i) = FCL(i) + FCA(i-1) | | | | | | R\$ | R\$ |

3.4.1.1. Indicadores Baseados no Valor Presente Líquido

Sendo o método mais clássico de avaliação de projetos, os indicadores fundamentados no valor presente líquido exprimem o valor do somatório do fluxo de caixa líquido segundo uma ou até duas taxas desconto, denominadas taxas mínimas de atratividade (TMA's). O indicador mais conhecido deste método é o VPL – Valor Presente Líquido – que corresponde ao desconto do fluxo de caixa líquido para o período zero do projeto. A aceitação de um projeto pelo VPL ocorre quando seu VPL for positivo, do contrário o projeto deve ser rejeitado segundo este indicador. No caso de seleção de um ou mais projetos alternativos consideram-se os de melhor viabilidade aqueles que apresentarem maior VPL (Remer & Nieto, 1995a; Fernandes, 1999; Rezende & Oliveira, 2001).

Análogo ao VPL o Valor Futuro Líquido (VPF), o Valor Anual Líquido (VAL) e o Valor Capitalizado Líquido (VCL) descontam o fluxo de caixa, respectivamente, para o último período do horizonte de planejamento do projeto, em uma série uniforme ao longo do horizonte de planejamento e em uma série infinita de da soma do fluxo de caixa líquido.

Outro indicador é o Método da Customização do Ciclo de Vida, que consiste em ajustar o fluxo de caixa de cada projeto a partir da computação de uma série de custos e benefícios no fluxo de caixa dentro de um *checklist*, que inclui, por exemplo, gastos com regulações legais, riscos e incertezas, e benefícios ou penalidades na

avaliação da qualidade. Este *checklist* é muito útil na uniformização dos projetos principalmente quando estes forem confrontados entre si.

O último indicador a compor esta categoria é o Valor Máximo Prospectivo, que se difere dos demais métodos por apresentar não somente uma, mas duas taxas de desconto, dentro do princípio de que os recursos investidos, os custos e as receitas podem ser capitalizados parte no curto prazo e parte no longo prazo, sendo assim mais prudente descontar a primeira parte do fluxo de caixa líquido segundo uma TMA, compatível com taxas de retorno de alternativas de curto prazo, enquanto a segunda parte do fluxo de caixa é descontada por uma segunda TMA, compatível com taxas de longo prazo.

Vale ressaltar que o cálculo do VPL parte da simplificação de que os resultados líquidos de cada período do projeto são descontados segundo uma taxa fixa não variável. Outra desvantagem é a grande sensibilidade do VPL em relação à TMA, principalmente quando se tratar de projetos com longos períodos de vida, devendo a TMA ser definida criteriosamente para se evitar conclusões equivocadas na avaliação de um ou mais projetos segundo este critério. Por fim, quando o VPL for utilizado para a seleção de projetos mutuamente exclusivos, só se aplica quando os projetos apresentarem ciclos de vidas iguais, o que em caso contrário deverá ser realizada uma análise incremental (Remer & Nieto, 1995a; Rezende & Oliveira, 2001).

3.4.1.2. Indicadores Baseados na Taxa de Retorno

De compreensão similar aos indicadores fundamentados no valor presente líquido, os indicadores fundamentados na taxa de retorno calculam não o valor acumulado no presente, ou futuro, ou ainda periodizado, dos resultados de cada período do fluxo de caixa de um projeto, mas qual o retorno em termos de taxa de juros que o fluxo de caixa do projeto apresenta. Assim 3 métodos são descritos por Remer & Nieto (1995a).

Sendo o segundo indicador de avaliação de investimentos mais utilizado, a Taxa Interna de Retorno (TIR) apresenta este nome por representar qual o retorno sobre os investimentos no projeto considerando-se apenas a estimativa do seu fluxo de caixa, ou seja, sem levar em consideração fatores externos ao projeto como representa a TMA. Assim, a TIR é definida como a taxa de desconto i que torna nulo o VPL ($VPL = 0$). Algebricamente o cálculo da TIR pode ser bastante trabalhoso, considerando-se que cada período pode apresentar um fluxo de caixa líquido diferente entre si, portanto, o cálculo da TIR é mais apropriadamente efetivado pelo método de

tentativa e erro, podendo ser grosseiramente estimado por método gráfico (Rezende & Oliveira, 2001).

Por outro lado, a Taxa Externa de Retorno (TER) difere-se da TIR por incorporar a TMA no seu cálculo, de forma que enquanto o resultado de cada período do fluxo de caixa subtraído do valor do investimento é descontado até o valor futuro segundo a TMA, enquanto o capital investido em cada período é descontado até o valor futuro segundo uma taxa i , denominada taxa externa de retorno, tal qual anule o valor futuro líquido.

A Taxa de Crescimento do Retorno, por sua vez, representa uma tentativa à pergunta: “qual deve ser a taxa de remuneração dos investimentos para se atingir um determinado valor em um determinado período?”; assim o método determina qual a taxa de desconto da soma dos investimentos descontados até o determinado período dentro do horizonte de vida do projeto que torne nula a soma do desconto dos demais resultados líquidos de cada período do fluxo de caixa (fluxo de caixa líquido subtraído dos investimentos) até este específico período segundo a TMA.

O critério de aceitação ou rejeição de um projeto segundo os indicadores fundamentados no cálculo da taxa de retorno (taxa de desconto) é: se $i^* > TMA$ então o projeto é viável, caso contrário inviável, $i^* = TIR, TER$ ou taxa de crescimento do retorno.

Apesar da taxa externa de retorno ser mais conservadora do que a TIR, especialmente quando se tratar de pequenos empreendimentos com elevados ganhos (Remer & Nieto, 1995a), para efetivar os resultados da análise dos projetos agroindustriais de biodiesel no SAD foi escolhida a TIR como indicador fundamentado no cálculo da taxa de retorno, por ser mais simples, e visto que seu critério de avaliação de certa forma incorpora a TMA assim como a TER; em relação à não escolha da taxa de crescimento de retorno se deu pela sua complexidade de compreensão.

Segundo alguns autores (Remer & Nieto, 1995a; Rezende & Oliveira, 2001), quando na comparação de 2 projetos mutuamente exclusivos com investimentos iniciais distintos a TIR apresentar um resultado diferente do VPL, ou seja, a TIR indica que o projeto A seria mais viável, enquanto o VPL recomendaria o projeto B, há a necessidade de uma análise incremental dos projetos segundo a TIR.

3.4.1.3. Indicadores Baseados na Relação Custos vs. Benefícios

O grupo de métodos de avaliação fundamentados em relações entre custos vs. benefícios é o mais heterogêneo com indicadores que apresentam baixa similaridade entre si.

O primeiro indicador é o Retorno sobre o Investimento (ROI), que representa a relação do VPL do projeto pelo VPL de todo o capital de investimento estimado para o projeto, sendo assim seus critérios de aceitação e de classificação de projetos idênticos aos dos métodos fundamentados no VPL.

Uma variação do ROI é a razão entre Lucro e Investimento (L/I), que representa a relação entre o VPL do fluxo de caixa líquido subtraído dos investimentos pelo VPL do investimento estimado. Projetos viáveis segundo o método L/I devem apresentar um valor maior do que 1.

Por fim, o método da Efetividade do Custo fundamenta-se no conceito de eficiência econômica. O indicador de Efetividade do Custo é bastante aplicado na avaliação de projetos públicos, por relacionar o número de benefícios não monetários, ou beneficiários do projeto, aos custos e investimentos envolvidos no projeto. O método então consiste em estimar os custos do projeto por unidade de benefício, ou beneficiários, sendo, portanto, considerados mais viáveis projetos cujo valor da Efetividade do Custo seja menor. De forma análoga, o custo unitário de produção, que exprime quanto se gasta para a produção de uma unidade de produto, assemelha-se ao indicador Efetividade do Custo.

Outros indicadores relacionados a esse grupo não estão aqui descritos por serem exclusivos de projetos públicos, sugerindo-se neste caso consultar Riemer & Nieto (1995b).

3.4.1.4. Indicadores Baseados no Reembolso do Capital

Os métodos de avaliação de viabilidade econômica fundamentados no reembolso do capital calculam o número de períodos necessários para cobrir os investimentos a serem realizados. A vantagem dos seus indicadores está em prover uma análise simplificada do risco do projeto por comparar o comprimento do período necessário ao reembolso do capital investido, dessa forma, investimentos com maior período de reembolso estão mais sujeitos às incertezas acerca das informações estimadas.

O principal indicador do método é o Tempo de Retorno do Capital (TRC), que na forma mais simples representa o número de períodos tal que o fluxo de caixa acumulado seja nulo. Dessa forma, o TRC simples não leva nenhuma taxa de desconto no acúmulo do fluxo de caixa líquido. O segundo indicador do método, portanto, consiste em determinar o número de períodos necessário para anular o fluxo de caixa acumulado, descontando-se seu acúmulo segundo a TMA.

A desvantagem do TRC reside no fato de não se considerar os resultados do fluxo de caixa após o valor do TRC, assim, um projeto pode parecer mais viável pela comparação do seu TRC, enquanto apresenta um VPL, ou TIR, muito menor.

3.5. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

Uma decisão é tomada quando um problema apresenta mais de uma alternativa para ser solucionado. Mesmo havendo somente uma única alternativa deve-se decidir pela sua aceitação ou não (Bispo, 1998).

Bispo (1998) relata que desde a antiguidade o homem sempre procurou auxílio para o processo decisório. Inicialmente uma decisão era tomada com base em “consultas” a pessoas com dons divinos para tal, como os oráculos, posteriormente no ambiente administrativo tomar decisões era papel somente dos executivos que contavam com sua experiência, *feeling* e capacidade de previsão. Entretanto, somente no século passado, com a teoria administrativa, é que o processo decisório passou a ser tratado com fundamentos teóricos tendo o objetivo de fornecer elementos para subsidiar as escolhas do decisor, ao diminuir um ou mais dos quatro pontos de dificuldade de uma decisão, apresentados por Clemen (1990).

Para Clemen (1990), quatro pontos fazem com que a tomada de decisão seja um processo árduo: a) *complexidade do problema decisório*, relacionado a inúmeras variáveis que devem ser observadas; b) *inerente grau de incerteza*, referentes ao fato de que as decisões são tomadas no presente para a efetivação de um resultado no futuro; c) *conflito de objetivos*, principalmente quando estes são totalmente antagônicos; d) *múltiplas interpretações para um mesmo resultado*, comum nas decisões grupais. Ragsdale (1997) enfatiza apenas o grau de incerteza e o conflito de objetivos como os principais elementos associado à dificuldade da marcha decisória.

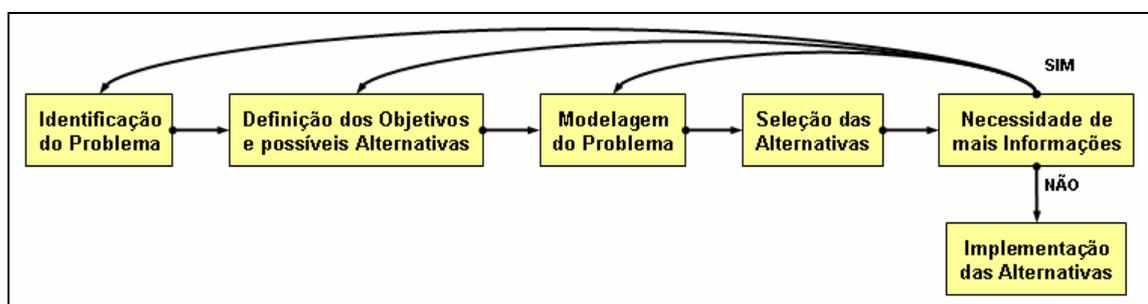
Na teoria da decisão a existência de mais de uma alternativa para um mesmo problema, a incerteza inerente ao sucesso de cada alternativa e os resultados

esperados da relação entre alternativa e incerteza constituem a base do processo decisório (Clemen, 1990; Anderson, Dillon & Hardacker, 1997; Ragsdale, 1997).

Deve estar muito claro, que o processo decisório não tem a pretensão de substituir o papel do decisor, que continua sendo o responsável pela aceitação ou não das decisões indicadas pelo processo decisório. Este, também, não garante o resultado esperado da decisão, uma vez que é impossível eliminar a incerteza inerente à decisão, ou seja, por melhor e mais racional que tenha sido a decisão tomada, ela pode resultar em um resultado diferente (melhor ou pior) do que o esperado (Anderson, Dillon & Hardacker, 1997).

Para Turban (2004), o processo de tomada de decisão é composto de 5 fases: *inteligência*, onde é identificado, definido e classificado o problema ou oportunidade; posteriormente passa-se à fase de *projeto (design)*, quando é construído um modelo simplificado da realidade do problema; confirmado o modelo, definem-se os critérios de avaliação, selecionando-se a alternativa mais viável na fase de *escolha*; que é adotada na fase de *implementação*; por fim a *verificação* é responsável pela confirmação da eficácia da alternativa implementada, resultando no *feedback* do processo, e caso seja concluído pela ineficácia da mesma, retorna-se a uma das fases anteriores.

De forma análoga Anderson, Dillon & Hardacker (1997) e Clemen (1990) estruturam o processo decisório conforme a Figura 3. Para os autores, a modelagem do problema consiste em definir sua estrutura, os critérios de seleção e as possíveis alternativas, com os respectivos níveis de incerteza. Na etapa de seleção, a avaliação das alternativas pelo crivo dos critérios de seleção é complementada com avaliações dinâmicas como análise de sensibilidade e simulação de cenários.



Fonte: adaptação de Anderson, Dillon & Hardacker (1997) e Clemen (1990).

Figura 3. Diagrama do Processo de Tomada de Decisão.

A estrutura analítica do processo decisório pode ser apresentada através de: diagramas de influência, os quais apresentam a estruturação do problema; ou de

árvores de decisão, responsáveis por ilustrar os possíveis caminhos para a solução do problema. Assim, a análise mais simples da tomada de decisão sobre investimentos seria representada pelo diagrama de influência da Figura 4, enquanto que pela árvore de decisão seria representada conforme a Figura 5. Em ambas as figuras, o losango representa o conjunto de decisões a serem tomadas, o círculo representa os eventos incertos sobre os quais o decisor não tem controle e o retângulo representa os resultados esperados do projeto.

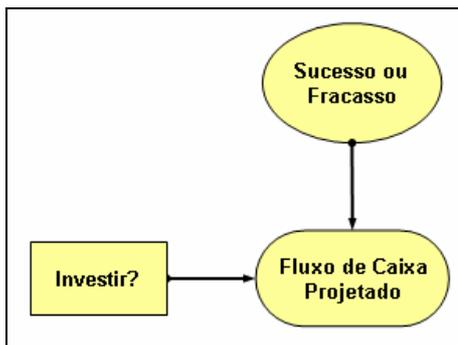


Figura 4. Diagrama de Influência sobre a Decisão de Investir.

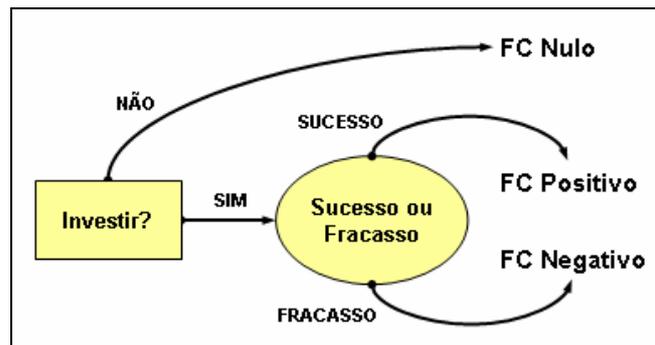


Figura 5. Árvore de Decisão sobre Investimentos.

Na prática a árvore de decisão é a ferramenta empregada para estruturar os processos decisórios, descrevendo-se a sequência dos caminhos da marcha de decisões intercaladas com os eventos incertos que levam a cada resultado projetado. Na Figura 5 são apresentados 3 caminhos (não investir; investir e ter sucesso no investimento; e investir, mas ter fracasso no investimento) e 2 alternativas (investir e não investir). As alternativas são entendidas como a sequência de decisões que levam a um conjunto de resultados, sendo a escolha da melhor alternativa o objetivo chave do problema. Para conhecer alguns modelos de solução de problemas decisórios sugere-se consultar Ragsdale (1997).

3.6. SISTEMA DE APOIO À DECISÃO

Com a crescente responsabilidade de se tomar decisões mais precisas, em menor tempo e maior quantidade, sistemas de informações especiais no auxílio ao processo de tomada de decisão são amplamente desenvolvidos, principalmente em problemas semi-estruturados. Essa classe de sistemas é denominada de sistemas de apoio à decisão – SAD's (Bispo, 1998; Turban, 2005; Laudon, 2004).

Os primeiros sistemas de apoio à decisão foram desenvolvidos no início de 1970, com o objetivo de auxiliar a solução de problemas decisórios não estruturados.

Porém, a partir de 1980, a definição sobre os sistemas de apoio à decisão foi ampliada, sendo considerado qualquer sistema capaz ajudar o usuário de alguma forma na solução de problemas. Estes devem, no entanto, combinar modelos analíticas a funções tradicionais de recuperação de informações, possuam interface amigável para usuários não-especializados em computação e apresentem flexibilidade para mudanças no ambiente e na abordagem do processo decisório (Bispo, 1998). Cabe ressaltar que um sistema de apoio à decisão é utilizado para auxiliar os decisores na tarefa de decidir, não tendo a pretensão de substituir qualquer responsabilidade do decisor sobre sua responsabilidade nas decisões tomadas (Parker, 2001).

Os componentes básicos de um SAD são: banco de dados, composto pelas variáveis independentes e intermediárias, e um sistema de gerenciamento destes dados – armazenamento, atualização e acesso; banco de modelos e seu sistema de gerenciamento, responsável pela transformação das informações do banco de dados nos resultados que apoiarão as decisões; e interface, responsável pelo diálogo entre o usuário e o sistema, o qual deve conferir flexibilidade e amigabilidade do sistema, estando diretamente ligado à usabilidade do mesmo (Georgilakis, 2007). Alguns SAD's não possuem um banco de dados separado, sendo as informações de entrada inseridas conforme sua utilização (Turban, 2005). A Figura 6 apresenta a estrutura básica de um SAD.

Resende Filho (1997) complementa com a introdução de uma base de conhecimento ao SAD, contendo a experiência de especialistas na tomada de decisão para o qual o SAD foi desenvolvido, auxiliando a decisão sob a forma de conselho, diagnóstico, etc., a partir da análise dos resultados gerados pelo sistema.

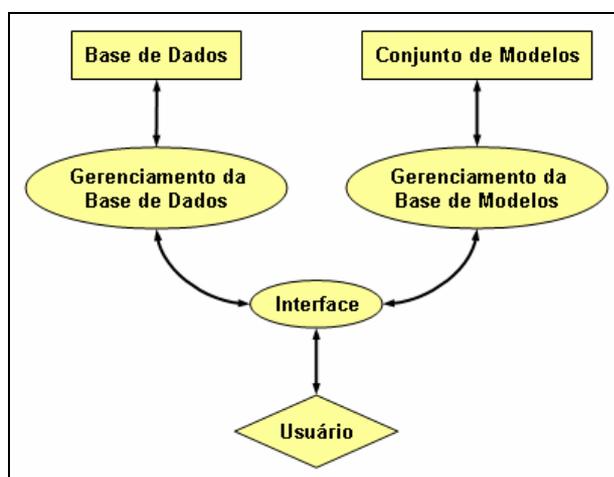


Figura 6. Diagrama dos Componentes de um SAD.

Dentre os sistemas de apoio à decisão relacionados ao desenvolvimento e análise econômica de projetos têm-se o trabalho de Crutchfield (1987), que esboçou o desenvolvimento e a aplicação um sistema de simulação para a indústria pesqueira voltado ao auxílio no monitoramento de dados de engenharia econômica, servindo de apoio para análises de políticas e investimentos. Siskos, Zapounidis & Pouliezos (1994), desenvolveram um sistema integrado para análise e financiamento de empreendimentos empresariais em um banco de desenvolvimento industrial. Já Kanungo et al (2000), que avaliaram a efetividade de um SAD na análise de crédito bancário, através do cálculo de coeficientes financeiros, fluxos de caixa e análises de sensibilidade e de risco.

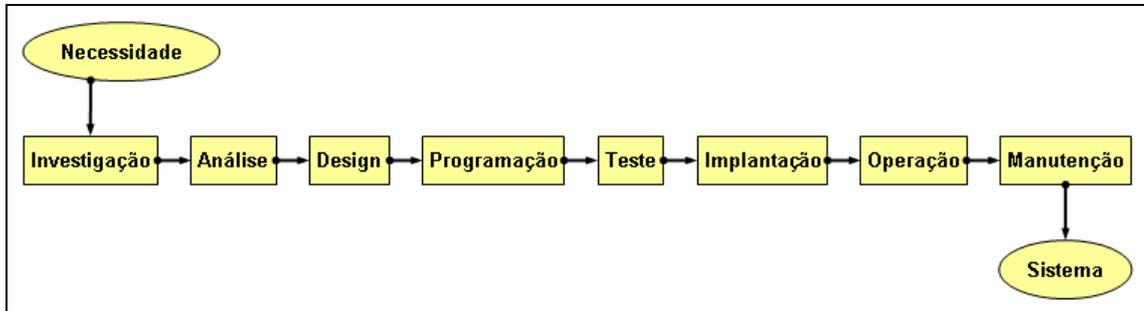
Fernandes (1999) desenvolveu um protótipo capaz de armazenar um conjunto de informações técnico-econômicas de projetos agroindustriais, como coeficientes de rendimento e consumo de fatores de produção, lista de equipamentos e produtos agroindustriais, que posteriormente são chamadas para compor um projeto de investimento específico. Silva & Fernandes (1999) desenvolveram uma série de 15 perfis interativos de avaliação econômico-financeira de empreendimentos agroindustriais em pequena escala para aplicação em áreas rurais, denominados *SAAFI-Agro*⁴; Silva & Fernandes (1999). O que proporcionou na seqüência o desenvolvimento do software *Agriventure*⁵, para o Programa de Disseminação de Informações sobre Pós-colheita e Tecnologias Agroindustriais da FAO, um SAD disponível para a elaboração e avaliação econômico-financeira de projetos de investimentos agroindustriais de qualquer natureza e em qualquer escala (Silva et al, 2003).

Normalmente o desenvolvimento de sistemas de informação segue um procedimento ordenado de tarefas denominado de ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas (CVDS). Diferentes estruturas desse procedimento são apresentadas na literatura, até mesmo por um mesmo autor (Turban, 2001; 2004 & 2005), entretanto com o objetivo comum de: levantar o problema (ou oportunidade) alvo do sistema, o conjunto de informações que o sistema deve compreender e as especificações do projeto; construir, testar e implementar o sistema; avaliar e dar manutenção no sistema. A Figura 7 apresenta a estrutura clássica do CVDS, conforme Turban (2004 & 2005), enquanto Turban (2001) condensa as fases programação, testes, implantação, operação e manutenção em um único estágio, denominado implementação. Cabe

⁴ Os perfis SAAFI-Agro – Sistema de Apoio à Avaliação Financeiro de Empreendimentos Agroindustriais estão disponíveis em www.mda.gov.br/saf/agroindustria.

⁵ O Software Agriventure encontra-se disponível em www.inpho.fao.org.

ressaltar que este ciclo é aplicável somente a uma classe restrita de sistema, cujas especificações estejam bem definidas, o que em caso contrário deve-se recorrer a métodos mais dinâmicos, como a prototipação, utilizada neste trabalho.



Fonte: adaptação de Turban (2004; 2005).

Figura 7. Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistemas.

Na etapa de *investigação*, o problema a ser sistematizado é levantado, seguido de um rápido estudo de viabilidade do sucesso de implementação do projeto (sistema) proposto. Este estudo aborda uma avaliação técnica, econômica, organizacional e comportamental.

Por sua vez a fase de *análise* compreende a definição do problema, caracterizando suas causas, soluções e informações necessárias que o sistema deve satisfazer. Entrevistas com os atores envolvidos no problema e observações do ambiente em que ele está inserido são ferramentas utilizadas nesta etapa.

Com base nos resultados apresentados na etapa de análise, a fase de *design* se preocupa em descrever como o sistema irá funcionar, sendo, para tanto, necessário descrever as entradas e saídas do sistema, e sua interface com o usuário, compiladas em um projeto lógico, mais as especificações de software e hardwares descritas em um projeto físico. Após iniciada a programação do sistema (próxima etapa) alterações nesses dois projetos pode levar à necessidade de re-trabalho em toda a programação já realizada, tornando caro e demorado a finalização do sistema.

A etapa de *programação* então é responsável pelo desenvolvimento do sistema em si. Uma alternativa para esta etapa é a aquisição de sistemas já existentes no mercado, sendo necessária uma análise de viabilidade para a aquisição.

A fase de *testes* tem o objetivo de detectar os erros no sistema. Os sistemas podem apresentar erros de sintaxe, quando um código de programação está errado, e erros lógicos quando o sistema é executado, mas gera saídas incorretas. Os erros de sintaxe são mais fáceis de serem detectados, pois normalmente interrompem a

execução do programa, enquanto os erros lógicos podem se dar pela inconsistência do modelo, duplicidade de dados no banco de dados, ou mesmo porque para o conjunto de entrada o sistema não consiga encontrar uma solução.

A fase de *implantação* consiste na conversão do sistema antigo pelo novo sistema. A conversão do sistema pode ser realizada de forma direta, quando o sistema antigo é simplesmente automaticamente substituído pelo novo; de forma piloto, quando o sistema é implantado em parte da organização; ou por fases, quando o sistema novo é gradualmente implementado.

Na fase de *operação* o sistema é acompanhado até sua estabilização do seu uso, sendo realizado auditorias para verificar a usabilidade do mesmo.

Por fim, a fase de *manutenção* é responsável por atualizações do sistema, pro exemplo, um parâmetro da sua modelagem, e pelo reparo de erros que passaram despercebidos durante a fase de testes.

Turban (2005) enfatiza que o CVDS é extremamente útil para garantir o controle, a responsabilidade e a detecção de erros, o que é muito importante na construção de sistemas complexos e de grande porte. Por outro lado o CVDS é caro, demanda tempo, tornando-se um obstáculo quando o usuário requer mudanças, uma vez estabelecido todo o protocolo.

Cugnasca (2006) explica que no desenvolvimento de sistemas de pequeno e médio porte, é comum a adoção de um ciclo de vida dinâmico de desenvolvimento, como a prototipação, uma vez que após sucessivas interações e modificações no protótipo, o conjunto completo de especificações essenciais do sistema vão sendo refinados. Já em sistemas de maior porte é importante adotar o ciclo de vida clássico, onde as especificações precisam ser muito precisas, e dessa forma o procedimento de prototipação pode vir a ser muito longo. O autor ainda compara que a prototipação reflete o espírito da engenharia, que une conhecimentos científicos com procedimentos práticos para a criação de equipamentos, sistemas, métodos e processos.

Para Turban (2005) e Laudon (2004) a prototipação ou prototipagem consiste no CVDS “menos burocrático”, ou seja, um conjunto primário de especificações do sistema é definido e um protótipo é desenvolvido, testado e revisto. O processo iterativo entre as etapas de análise, design, programação e teste é realizado até que se entenda que o protótipo atende às especificações máximas para a solução do problema, concluindo o processo com o desenvolvimento do sistema final.

A prototipação mostra-se muito útil no desenvolvimento de sistemas de pequeno porte, particulares e quando já se tem em mente qual sistema seria desenvolvido, em função da economia de tempo e baixo custo de documentação de todo o processo. Porém, a pouca documentação produzida pela prototipação pode ser problemática durante o período de manutenção do sistema. Outro ponto de desvantagem da prototipação é quando o número de iterações é excessivo, levando a um maior consumo de tempo e recursos, que se esperava que ela tivesse economizado (Turban, 2005).

Quanto à validação de sistemas de informação, Sodja (2007) divide o processo em três pontos: o primeiro referente à integridade e consistência do sistema, denominado verificação do sistema; o segundo, cujo objetivo é predizer a exatidão dos modelos (ou de todo o sistema); e o terceiro, relacionado à usabilidade e utilidade do sistema pelo usuário.

Enquanto o processo de verificação é parte integrante dos testes do sistema, a validação da utilidade do sistema pode ser acompanhada pelas auditorias durante a etapa do ciclo de desenvolvimento de operação do sistema (Sodja, 2007). Contudo a validação da modelagem do sistema, ou dos modelos nele presentes não constitui em uma tarefa fácil, sendo considerada subjetiva por diversos autores (Resende Filho, 1997; Sodja, 2007).

Sodja (2007) identifica cinco formas de se validar um sistema: a) simulação de performance do sistema sob padrões pré-estabelecidos; b) simulação com dados históricos; c) julgamento do sistema por um painel de especialistas; d) performance de análise de sensibilidade do sistema; e) validação dos sub-modelos.

Segundo Resende Filho (1997), a validação dos modelos, ou sub-modelos, se dão em um largo espectro que vão da comparação com postulados e teorias, seguidos de testes empíricos, até a adoção de testes formais seguidos ou não de análise estatística. O autor ainda conclui que modelos não podem ser totalmente validados, uma vez que visto que para estar completamente validado um modelo deveria ser testado por todas as possibilidades existentes no universo de sua aplicação. Assim um modelo dito válido compreende que ele não apresentou inconsistências nos resultados para os casos em que ele foi utilizado.

4. METODOLOGIA

4.1. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO SADBIO DIESEL

O desenvolvimento do protótipo seguiu a metodologia de prototipação no ciclo de vida de desenvolvimento de sistema proposta por Turban (2001). A prototipação é similar à metodologia de CVDS, porém não se preocupa com o detalhamento dos processos em cada fase do desenvolvimento de SAD's, uma vez que *loops* no processo fazem com que o protótipo seja refinado até ser possível de se implementar um sistema final. A Figura 8 apresenta o processo de prototipação proposto por Turban (2001). Na fase de design utilizaram-se como ferramentas para a conceitualização do protótipo diagramas de fluxo de dados e dicionários, conforme Yourdon (1992).

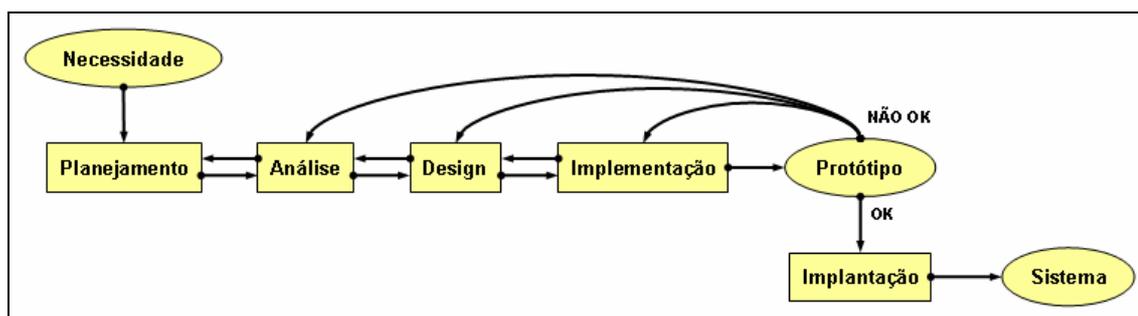


Figura 8. Metodologia do Desenvolvimento do SADBioDiesel.

A etapa de *planejamento* consistiu em definir o ambiente onde o protótipo estaria inserido, através de entrevistas com diferentes atores da cadeia do biodiesel.

A fase de *análise* compreendeu a estruturação das informações necessárias para elaboração de projetos de viabilidade econômica de âmbito industrial e agrícola, respondendo às questões: “quais as informações de entrada do protótipo?”; “e de saída?”; “quais os modelos envolvidos nessa transformação?”.

A fase de *design* consistiu no desenho das telas e descrição do movimento dos dados dentro do protótipo, do projeto das planilhas, sua ordenação lógica.

A fase de *implementação* compreendeu o desenvolvimento do protótipo em si, ou seja, a implementação das planilhas em si.

4.2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS DE INVESTIMENTO

Os modelos matemáticos incorporados no SADBioDiesel foram desenvolvidos com base nos conceitos de matemática financeira e engenharia econômica de projetos, seguindo a proposta de elaboração e avaliação de projetos de investimento apresentada por Melnick (1972), descrita nos trabalhos de Silva (2001a, 2001b) e Fernandes (1999), e utilizada nos SAD's SAAFI-Agro e Agriventure, ambos desenvolvidos pelo Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

O fluxo de caixa projetado, base para o cálculo dos indicadores foi elaborado conforme Clemente (2002), Fernandes (1999) e Silva (1994, 2001b), descrito no Quadro 1.

Para se estruturar a imensa quantidade de informações necessárias para a projeção do fluxo de caixa utilizou-se a metodologia de coeficientes técnicos, conforme descrito por Silva (1994, 2001b) para se estimar os valores do investimento, do custo e da receita operacional, do imposto de renda e da depreciação; enquanto os juros sobre o financiamento foram calculados segundo o sistema de prestações contínuas descrito por Woiler & Matias (1992).

Por fim, a escolha dos indicadores tomou por base os trabalhos de Remer & Nieto (1995a & 1995b). Desta forma, o SADBioDiesel calcula um indicador de cada grupo:

- # *VPL* – representando os indicadores baseados no Valor Presente Líquido, por o indicador mais conhecido e utilizado na avaliação econômica de projetos.
- # *TIR* – representando os indicadores baseados nas taxas de retorno, também por se tratar do segundo indicador mais utilizado, além do fato de ela incorporar no seu critério de avaliação a TMA sobrepondo o uso da TER.
- # *TRC com desconto* – representando os indicadores fundamentados no Reembolso do Capital Investido, por ser mais conservador do que o TRC sem desconto e

pelo fato de que o TRC não descontado é facilmente visualizado na linha do fluxo de caixa acumulado.

Custo Unitário de Produção (CUP) – foi definido como um indicador de efetividade de custo no grupo dos indicadores fundamentados na Relação do tipo Custos vs. Benefícios. O CUP é definido como: quanto se gasta para se produzir uma unidade de biodiesel ou de matéria-prima pelo projeto.

Porém, para a Agricultura Familiar a avaliação do ganho de renda ocorrido com a implantação, ampliação ou modificação de uma atividade rural é mais importante do que a viabilidade dos investimentos em suas propriedades, visto que as famílias não têm o costume de encarar o investimento como necessário para sua alavancagem financeira. Dessa forma, foi necessário incorporar mais um indicador para o Elo Agrícola, a renda média, significando o ganho médio (por área ou família; dia, mês, ano ou em todo o projeto) com a participação nos projetos.

5. RESULTADOS & DISCUSSÃO

5.1. CONCEITUALIZAÇÃO DO SADBIO DIESEL

Com o início da implementação, uma primeira versão do protótipo serviu de base para a construção do BioSoft⁶, um sistema finalizado que está em uso por técnicos do MDA, da EMATER e de algumas cooperativas da agricultura familiar, o que proporcionou um feedback útil para melhorias no protótipo apresentado neste trabalho.

O contexto da produção de biodiesel no Brasil apresenta a necessidade de analisar a viabilidade econômico-financeira de investimentos industriais na produção de biodiesel integrados com projetos de produção agrícola familiar de matéria-prima oleaginosa, uma vez que os projetos industriais integrados à agricultura familiar, ou mesmo com a empresarial, podem obter melhores condições de financiamento, além de isenções fiscais (Brasil, 2004; BNDES, 2006). Adicionalmente, a matéria-prima apresenta um forte impacto nos custos de produção do biodiesel, conforme demonstrado por Barros et al (2006).

Durante a etapa de planejamento do desenvolvimento do SADBioDiesel procurou-se entender o ambiente de atuação do protótipo, a partir de contatos com os diversos atores da cadeia do biodiesel (agricultores, técnicos da área agrícola, industrial e do Ministério do Desenvolvimento Agrário, e fornecedores de tecnologia industrial), com o intuito de compreender qual deveria ser a performance o protótipo, como agilidade no processo decisório, facilidade no aprendizado. Neste ponto, procurou-se responder às questões: “qual a necessidade de se desenvolver o SADBioDiesel?”; “quem seriam os usuários do protótipo?”; “quais decisões podem ser apoiadas no protótipo?”.

⁶ Software desenvolvido em linguagem Delphi, com banco de dados em MS Access, a partir do SADBioDiesel.

Com as entrevistas ficou claro que o SADBioDiesel auxiliaria na avaliação de projetos da produção agrícola familiar de oleaginosa e do complexo industrial de extração de óleos vegetais e conversão desse óleo em biodiesel, conforme a Figura 9. Dessa forma, ele atuaria no apoio às decisões de investir estruturadas conforme a árvore de decisão da Figura 10.

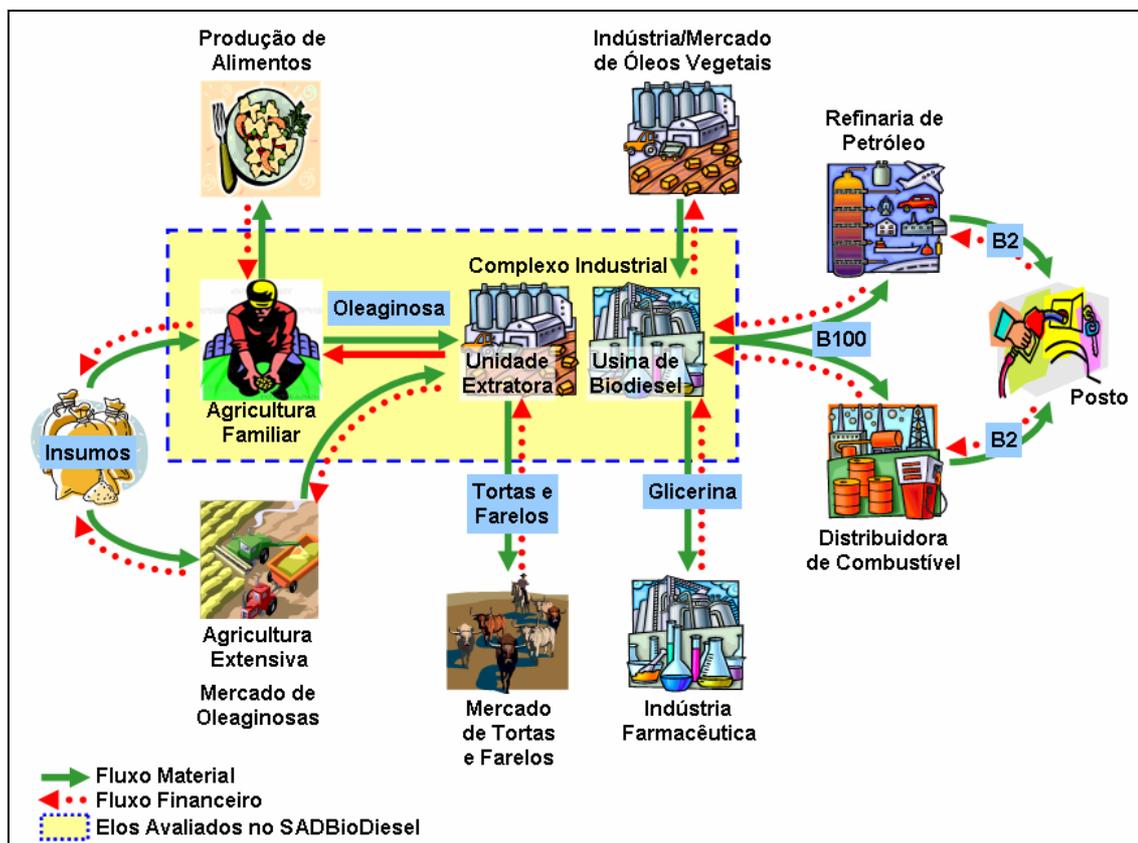


Figura 9. Cadeia de Produção de Biodiesel avaliada pelo SADBioDiesel.

A delimitação do escopo do protótipo foi importante para definir o que deveria ser modelado e quais seriam os dados de entrada. Assim, a primeira restrição utilizada é a de que toda a produção agrícola de oleaginosa do projeto é absorvida pela unidade industrial, possibilitando vincular a escala de produção de ambos os elos.

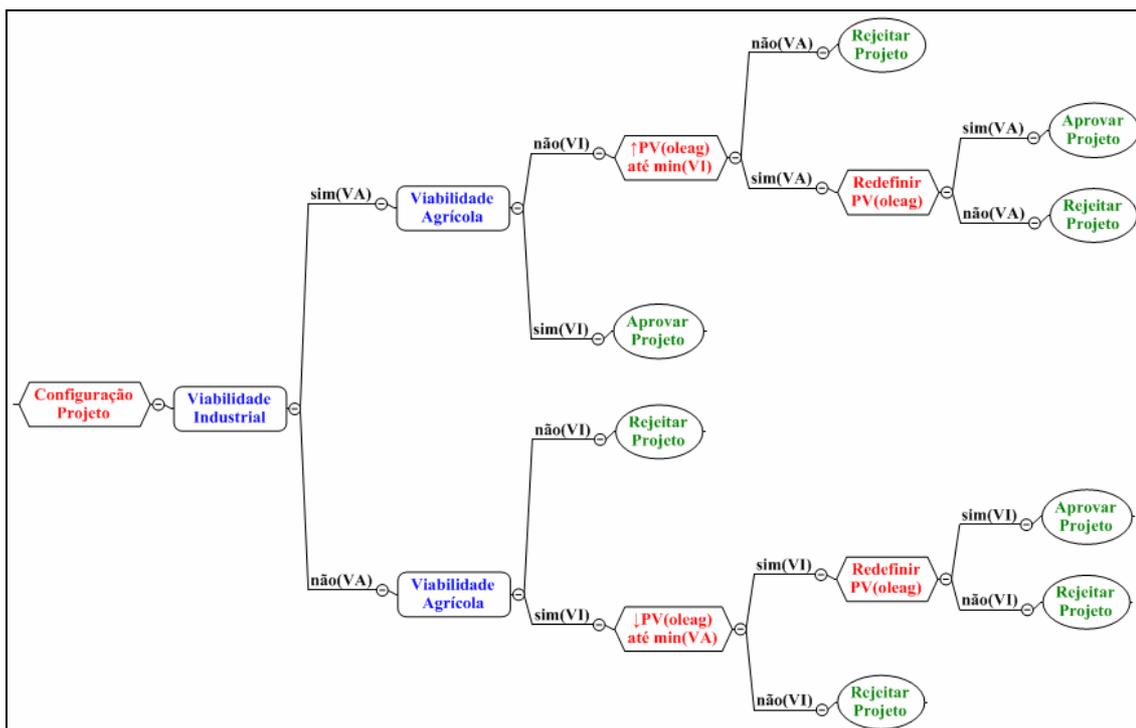


Figura 10. Árvore de Decisão de Projetos Agroindustriais de Biodiesel.

Em relação à Figura 10: os nós decisão, que representam os eventos em que o tomador de decisão tem influência no resultado, estão representados pelos hexágonos, enquanto os nós de evento, situações em que o decisor não tem poder sobre o resultado, estão representados por retângulos de bordas arredondadas; e por fim os nós folhas, ou nós terminais, que representam uma decisão final do processo de tomada de decisão descrito pela árvore, foram designados pelos círculos.

Assim, percebe-se que dos oito possíveis caminhos (seqüência de eventos que parte do tronco – configuração do projeto – e vai até uma folha – decisão em aprovar ou rejeitar o projeto) três, ou seja, 37,5%, têm como resultado a aprovação do projeto, enquanto os outros cinco caminhos recomendam a rejeição, ou seja, não investimento no projeto, o que reflete a importância da análise de viabilidade quando se trata de investimentos.

A interpretação da árvore inicia-se com três nós: um nó de configuração do projeto, o qual é de domínio do decisor; e dois nós de eventos aleatórios, um que diz se a configuração conduz a uma viabilidade industrial para o projeto e o outro que diz sobre a viabilidade agrícola. Assim, se um projeto apresentar tanto viabilidade industrial quanto agrícola ele é aprovado; caso ele não apresente nem viabilidade industrial, nem agrícola ele deve ser rejeitado; por outro lado a marcha decisória

continua quando um projeto apresentar viabilidade para um dos elos e inviabilidade para o outro.

Quando há somente a viabilidade industrial existe uma margem para se pagar mais pelas matérias-primas oriundas do elo agrícola do projeto, que pode ser eliminada elevando-se seus preços até se chegar ao valor mínimo da viabilidade industrial do projeto (por exemplo, $VPL = 0$, $TIR = TMA$, ou $TRC =$ horizonte de planejamento), e caso nesse novo valor de matérias-primas ainda persista a não viabilidade do projeto agrícola então se conclui que o projeto é inviável e deve ser rejeitado; do contrário se redefine o preço das matérias-primas e com isso mantendo a viabilidade de ambos os elos aprova-se o projeto, ou por outro se conclui pela rejeição do projeto.

Da mesma forma, a análise para quando há somente viabilidade agrícola, mas não industrial, é análoga, ressaltando o fato de que agora existe uma margem para redução dos preços das matérias-primas até o mínimo para os indicadores da viabilidade agrícola (VPL , TIR , TRC , Renda Média Mensal das Famílias).

A avaliação da viabilidade da concepção do SADBioDiesel foi pautada nos trabalhos de Fernandes (1999), Silva e Fernandes (1999) e Silva et al (2003) que desenvolveram sistemas que apóiam a decisão de investir somente no elo industrial, enquanto o protótipo SADBioDiesel permite a avaliação de dois projetos complementares integrados para a produção de biodiesel, o projeto agrícola de produção de matéria-prima e o projeto industrial para sua conversão em biodiesel

Na fase de análise traduziram-se as informações coletadas durante o planejamento no problema, que seriam solucionadas pelo protótipo. Neste ponto, concluiu-se que os projetos agrícola e industrial deveriam ser tratados como distintos, porém complementares, ou seja, cada projeto teria os seus resultados de viabilidade, contudo suas implantações somente deveriam ocorrer se ambos fossem viáveis. Também ficou definido que o protótipo teria a modelagem da avaliação econômico-financeira de forma a ser alimentado a partir do projeto técnico (análise de mercado, definições da escala e da localização, engenharia e orçamentação dos projetos).

Durante o *design* do protótipo utilizaram-se as ferramentas de diagramas de fluxo e dicionário de dados na descrição da arquitetura do protótipo. O dicionário de dados permitiu determinar quais variáveis seriam necessárias para a obtenção das informações de saída do protótipo. Por outro lado, os diagramas de fluxo de dados permitiram a visualização da movimentação dos dados dentro do protótipo, facilitando

a estruturação das telas do protótipo e da sequência lógica de navegação entre elas, de forma que nenhuma informação de saída (final ou intermediária) fosse apresentada antes da entrada de todas as suas variáveis. A utilização de diagramas em diferentes níveis serviu para abordar a concepção do protótipo no seu todo. Pela Figura 11, pode-se observar algumas particularidades na movimentação dos dados de entrada, assim como dos dados intermediários, apresentados em algumas telas da configuração e da orçamentação dos projetos no SADBioDiesel.

Adotou-se a estrutura para a construção dos diagramas de fluxo de dados conforme Yourdon (1992):

- # *Processos* – simbolizados por círculos, representam as transformações dos dados dentro do sistema;
- # *Fluxos* – simbolizados por setas direcionadas, representam o fluxo das informações, indicada pelo sentido da seta;
- # *Depósitos* – simbolizados por retângulos de arestas arredondadas, representam o acúmulo (ou banco) dos dados em repouso (armazenado no sistema);
- # *Terminador* – simbolizado por quadrados representam as entidades externas ao sistema com as quais o sistema tem comunicação.

Na prática os diagramas de fluxo e o dicionário de dados foram aprimorados durante a implantação do protótipo, exemplificando os *loops* entre as fases do ciclo de vida de desenvolvimento de sistema que caracterizam o procedimento de prototipação.

A etapa de implementação do protótipo foi iniciada com o decorrer da evolução do design do protótipo, o que significa que não foi necessário esperar todo o desenho do protótipo para iniciar sua implementação. O SADBioDiesel foi implementado no Microsoft Office Excel®, não se preocupando com a utilização de macros na automação de ações como inserção e exclusão de informações, para possibilitar avaliação de cenários do tipo *what if*.

A implementação do protótipo consistiu na construção das telas e os modelos matemáticos do processo de avaliação econômico-financeira de projetos de investimentos, de acordo com os diagramas de fluxo de dados.

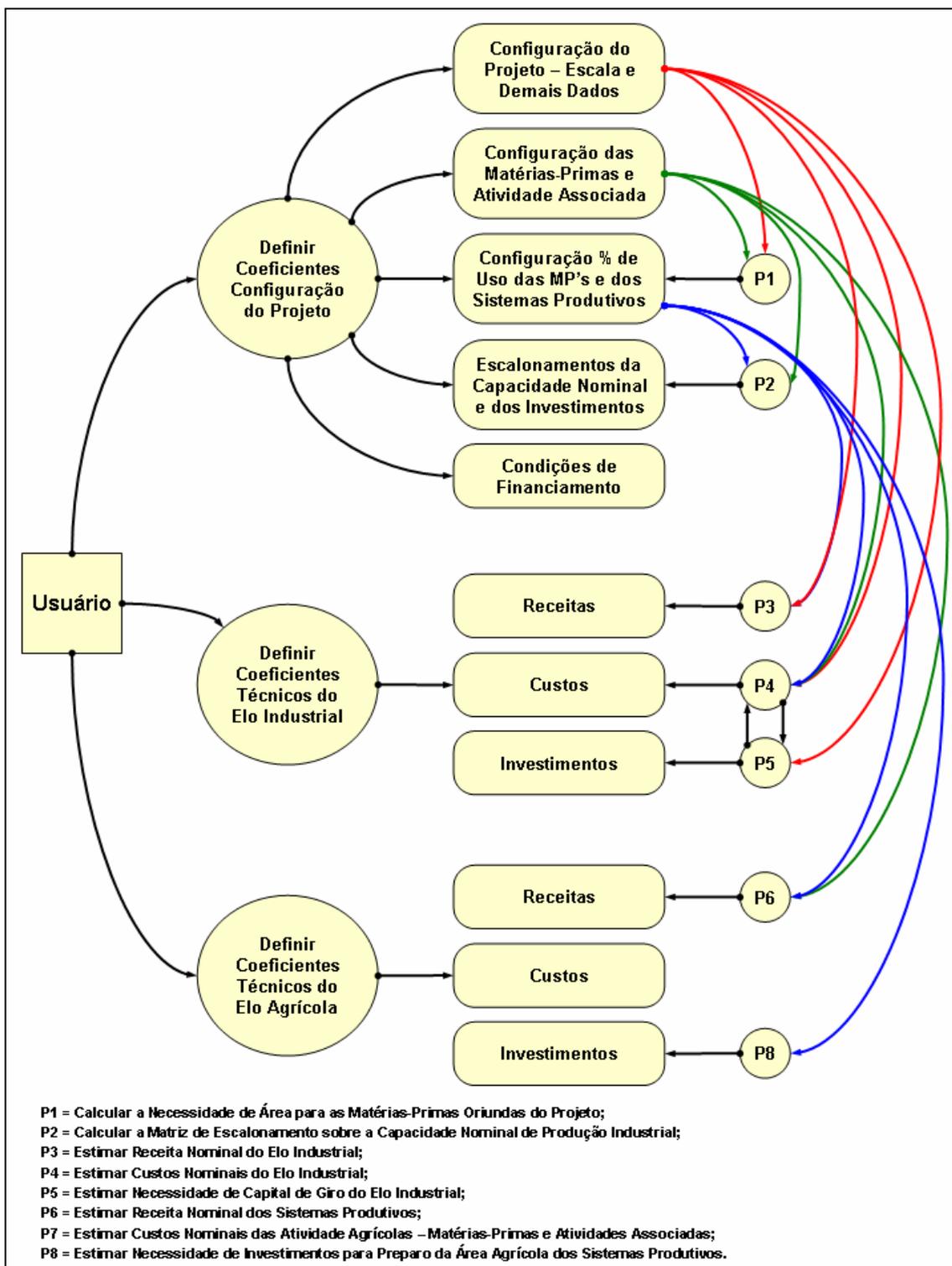


Figura 11. Diagrama de Fluxo de Dados das Planilhas de Configuração do Projeto.

A validação do sistema se restringiu à validação da sua programação matemática, excluindo-se a falta de um teste de verificação de performance de uso do SADBioDiesel pelos alguns de seus potenciais usuários. A modelagem econômico-financeira do sistema foi dividida em diversos sub-modelos. Essa divisão da

modelagem é conhecida na dinâmica de sistemas como “dividir para conquistar”, ou seja, um problema complexo é dividido em subproblemas, de forma que a solução dos subproblemas torna possível a solução do problema complexo. Assim, conforme apresentado por Resende Filho (1997) a validação da programação matemática do SAD baseou-se em teorias da matemática financeira, seguida de testes empíricos para corrigir possíveis erros. Por fim, os testes de consistência foram realizados por aferição dos cálculos realizados pelo sistema e repetição de conjuntos de dados de entrada verificando-se a saída de um único resultado.

5.2. DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO

Pela Figura 11, verifica-se que a elaboração de um projeto de investimento inicia-se com sua configuração, como a definição de informações pertinentes à delimitação do empreendimento como: quais matérias-primas serão produzidas e processadas pelo projeto; qual a escala da unidade industrial e os tamanhos das áreas agrícolas; e qual o ciclo de vida; sendo que tais informações não são definidas aleatoriamente, tendo elas o embasamento da análise de mercado, de localização, aspectos legais e engenharia do projeto. Assim, o SADBioDiesel não se propõe à contornar estas etapas, mas sim complementa-las com a abordagem da avaliação da viabilidade econômica do projeto técnico desenhado.

Posteriormente à configuração do projeto o usuário deve se preocupar com informações referentes à orçamentação industrial e agrícola do projeto, correspondendo às receitas, aos custos e aos investimentos de cada elo da cadeia de produção. Da mesma forma, o protótipo não se preocupa com a origem de cada uma destas informações, as quais normalmente são acompanhadas do orçamento financeiro de cada segmento.

Terminada a fase de levantamento de informações o SADBioDiesel fornece os resultados de saída do projeto calculados com base no fluxo de caixa estimado de cada segmento do projeto. Estes resultados subsidiam o usuário do protótipo a tomar a decisão do ponto de vista financeiro de investir ou não no projeto. A Figura 12 retrata a estrutura geral das planilhas dentro do SADBioDiesel.

A relação entre os Elos Agrícola e Industrial dentro do SAD se dá de maneira indireta, através das informações determinadas nas planilhas de Configuração do Projeto, mostrando a autonomia de cada elo produtivo, mas reforçando sua interdependência, conforme está apresentado na Figura 12. Entretanto, o mais

importante é notar que a maximização da viabilidade de cada Elo é antagônica, visto que a produção de oleaginosa representa a principal parte da receita do Elo Agrícola, enquanto a mesma representa o principal custo do Elo Industrial, o que implica na necessidade da avaliação integrada de ambos os Elos, visto que a inviabilidade de um representa a não viabilização de toda a cadeia.

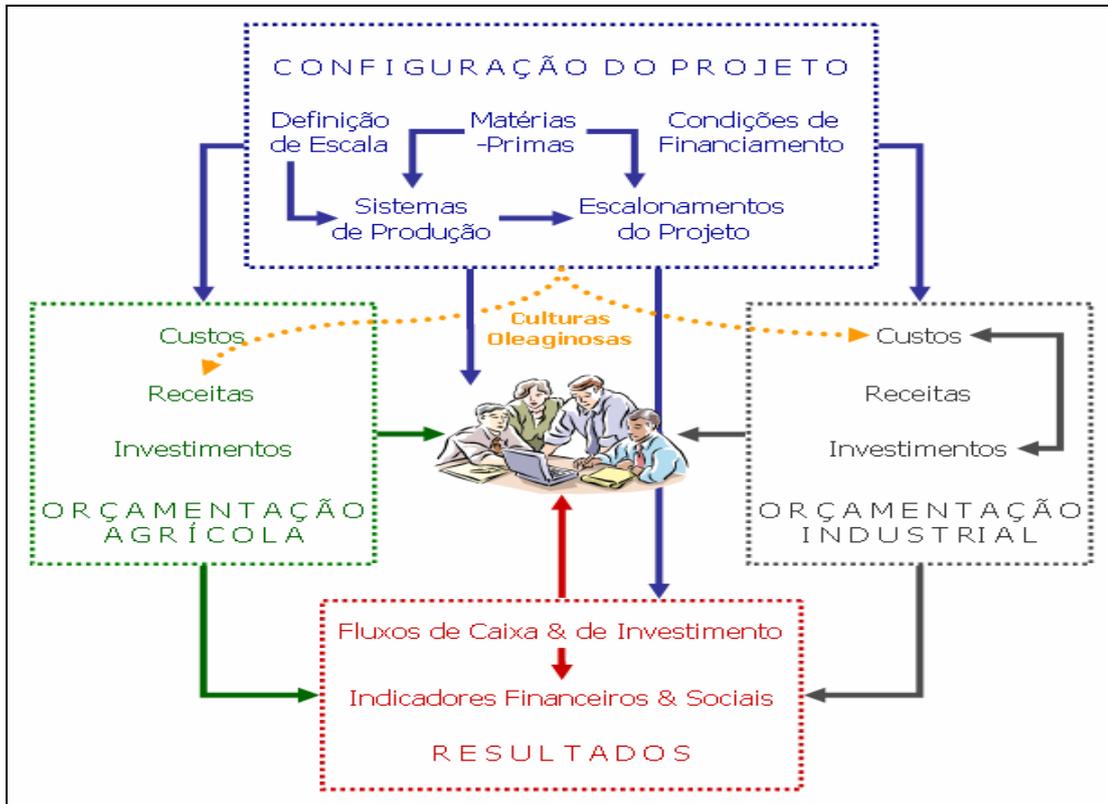


Figura 12. Estrutura Geral do SADBioDiesel.

As informações apresentadas nas figuras sobre as telas do protótipo referem-se à simulação de um projeto de produção de biodiesel por um grupo de agricultores familiares assentados no município de Campo Novo dos Parecis – MT, que será melhor descrição na seção de estudo de caso.

5.2.1. Configuração do Projeto

Iniciando a descrição de cada grupo de informações do protótipo SADBioDiesel: o primeiro passo é a configuração do projeto, que consiste de 5 telas estruturadas conforme a similaridade das informações, basicamente compostas por informações de entrada, ou seja, variáveis independentes, sobre as quais o usuário tem governabilidade.

As telas da Configuração do Projeto representam o conjunto de informações que definem o projeto agroindustrial no seu todo (Elo Industrial com o Agrícola) em termos de: tamanho – como a escala industrial nominal e efetiva, e áreas dos módulos agrícolas e de cultivo de cada família; matérias-primas a serem processadas e demais atividades agrícolas não oleaginosas (complementação de renda); horizonte de planejamento e escalonamento da produção; além de informações paralelas como as taxas mínimas de atratividade, a remuneração da mão-de-obra das famílias e impostos sobre a renda rural e industrial.

A Figura 13 traz a primeira tela do protótipo que consiste na introdução de informações como a definição do horizonte de planejamento, da escala da unidade industrial, dos parâmetros mínimos para a viabilidade de cada elo, entre outras informações.

| Nome do Projeto | | |
|---|--------|-----------------|
| Apresentação do Protótipo SADBioDiesel | | |
| Descrição do Projeto | | |
| Projeto de Produção de Biodiesel com Participação da Agricultura Familiar na Produção de Oleaginosas, como Auxílio para a Apresentação da Dissertação sobre o SADBioDiesel. | | |
| Horizonte de Análise do Projeto | 10 | anos |
| Taxa Mínima de Atratividade Industrial | 12,0 | % |
| Taxa Mínima de Atratividade Agrícola | | % |
| Capacidade Nominal de Produção | 33.000 | L/dia Biodiesel |
| Dias de Operação Anual | 300 | dias/ano |
| Turnos Diário de Trabalho | 3 | turnos/dia |
| Meses de Operação Anual | 12 | meses/ano |
| Imposto de Renda Industrial | 20,0 | % |

Figura 13. Tela de Configuração do Projeto.

5.2.2. Configuração das Matérias-Primas

No primeiro momento, três tipos de produção agrícola nortearam a estrutura do modelo de Configuração do Projeto, o que levou a definir que um projeto no SAD pode possuir até três matérias-primas distintas, conforme a tela de configuração das matérias-primas, apresentada na Figura 14. Esses modos de produção agrícola são:

- # Produção de mamona, ou de somente uma cultura de ciclo curto, pela Agricultura Familiar para as empresas de biodiesel, como ocorre na região Nordeste;
- # Cultivo de dendê na região Norte, ou culturas de ciclo perene (como também é o caso do pinhão-mansão), e;
- # Produção de duas culturas oleaginosas em um mesmo calendário agrícola, como soja/girassol, soja/canola ou girassol/canola, seguindo a prática da sucessão de culturas (milho, sorgo, trigo, soja, algodão, girassol) comum na região Centro-Sul do país.

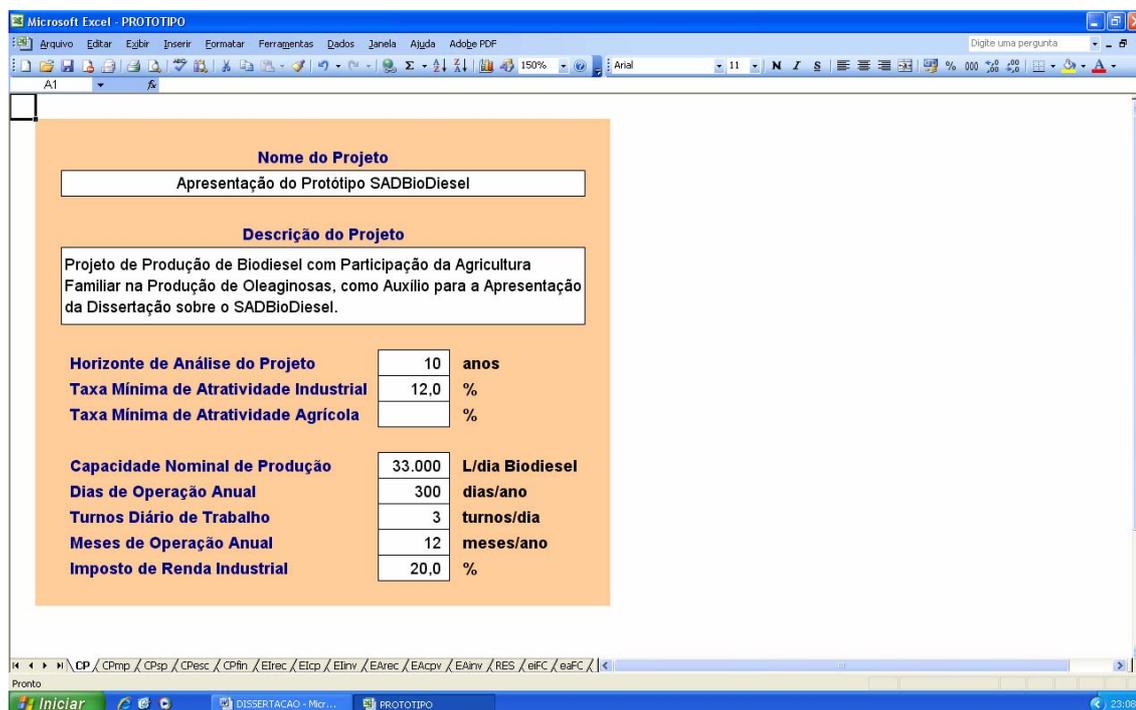


Figura 14. Tela de Configuração das Matérias-Primas.

Assim, esperando-se que estes regimes de produção agrícola de oleaginosas pudessem ser contemplados dentro do SAD, chegou-se a definição de que o projeto poderia utilizar até duas matérias-primas oriundas da produção agrícola familiar; e mais uma terceira matéria-prima a ser adquirida no mercado, ou seja, de fora do projeto. De outra forma, sobre a matéria-prima oriunda do mercado não interessa saber quanto custa sua produção, ou quanto de renda/lucro obteve quem a vendeu, ou que área seria necessário para atender à demanda da unidade industrial.

A Figura 15 representa o digrama de fluxo das informações referente às matérias-primas oriundas do projeto (ou seja, da agricultura familiar), sendo visualizado seu impacto tanto no elo industrial, quanto agrícola; enquanto a Figura 16

representa o mesmo diagrama só que para a matéria-prima externa ao sistema (adquirida do mercado), que impacta somente o elo industrial do protótipo.

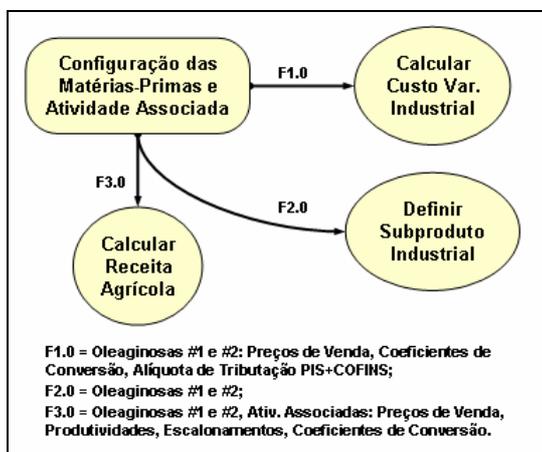


Figura 15. Diagrama de Fluxo de Dados das Oleaginosas, produzidas pelo Projeto.

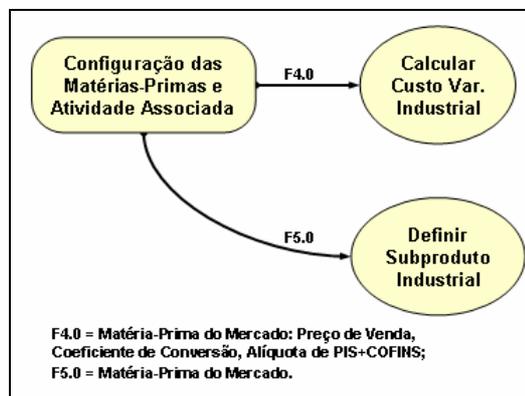


Figura 16. Diagrama de Fluxo de Dados da Matéria-Prima do Mercado.

A distinção de matérias-primas segue o mesmo conceito para produto adotado por Fernandes (1999), entendendo que cada matéria-prima se distingue nos seus coeficientes técnicos (preço unitário, coeficiente de conversão em biodiesel, produtividade, escalonamento, tributação e o próprio sistema de produção agrícola). Assim, por exemplo, um projeto pode definir a mamona duas (ou até três) vezes como matérias-primas, caso haja diferença na produtividade em cada definição, ou enquanto uma seria cultivada em consórcio – com o feijão ou o milho, a outra seria cultivada de forma isolada (monocultura), ou ainda enquanto uma tivesse origem no projeto – Elo Agrícola, a outra seria captada no mercado, junto aos atravessadores, nos armazéns, ou demais agricultores.

Por fim, levando-se em consideração os pressupostos que norteiam a Agricultura Familiar: diversificação de suas atividades e busca de complementação de renda; sentiu-se a necessidade de introduzir a opção para a inserção de outras atividades não oleaginosas ao projeto. Estas atividades, denominadas de atividades associadas, referem-se à produção agrícola não oleaginosa passível de ser fomentada com a produção oleaginosa como o cultivo de feijão e outras culturas em consórcio com a mamona, comum na região Nordeste; a sucessão da soja ou do girassol, pelo milho, sorgo ou trigo, na região Sul e Centro-Oeste; e ainda a possibilidade de introdução da apicultura durante a safra de girassol. Assim, para cada atividade oleaginosa o projeto prevê a definição de até duas atividades associadas, com a

restrição de que o SAD entende que estas atividades utilizam a mesma área destinada ao cultivo da oleaginosa.

5.2.3. Configuração dos Sistemas Produtivos

Uma vez que os projetos avaliáveis no protótipo teriam por base o processo de integração agroindustrial, optou-se por iniciar o dimensionamento dos projetos no SAD pela escala nominal da unidade industrial, definida pelo produto entre a capacidade diária de produção de biodiesel e o número de dias de operação da unidade no ano (correspondente a 1 período). Assim, o tamanho do Elo Agrícola estaria em função da capacidade demandada pelo Elo Industrial, da expectativa de produtividade da cultura, do coeficiente de rendimento das matérias-primas em biodiesel e do percentual de utilização dessas matérias-primas pela unidade industrial conforme o diagrama de fluxo de dados da Figura 17.

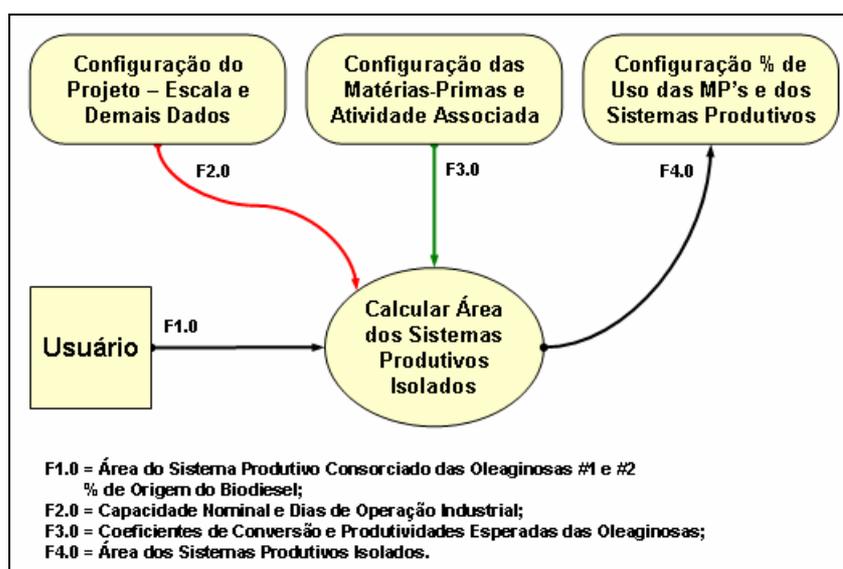


Figura 17. Diagrama de Fluxo para Definir o Tamanho do Elo Agrícola.

Um Sistema Produtivo então deve ser entendido como um conjunto de famílias, que cultivem as mesmas culturas oleaginosas e suas respectivas atividades associadas, em um mesmo tamanho de área, adotando as mesmas técnicas de produção, colhendo e vendendo o mesmo volume de produtos ao mesmo preço. Dessa forma, o Elo Agrícola dos projetos no SAD compreende o conjunto dos possíveis Sistemas Produtivos. Para tanto é possível definir até três módulos de produção, denominados sistemas produtivos, que compreenderiam todas as famílias e suas respectivas áreas de cultivo de oleaginosa dentro do projeto:

- # *Sistema Produtivo Conjugado* – compreende as áreas em que as famílias cultivariam as duas culturas oleaginosas de maneira consorciada ou em regime de sucessão, ou seja, as duas culturas, bem como suas atividades associadas compreenderiam uma mesma área no decorrer de um período;
- # *Sistema Produtivo Isolado 1* – corresponde às áreas em que as famílias cultivariam somente a oleaginosa 1, juntamente com suas atividades associadas;
- # *Sistema Produtivo Isolado 2* – corresponde às áreas em que as famílias cultivariam somente a oleaginosa 2, e suas atividades associadas.

A primeira versão do protótipo (e do BioSoft, por este ter sido sua base) não contemplava a possibilidade de três Sistemas Produtivos, mas somente dois: o sistema produtivo conjugado, cuja área seria a menor demandada e um segundo que completaria o restante da área maior, o que inviabilizava o uso do BioSoft para avaliar projetos em que dois grupos famílias (sistemas produtivos) cultivariam oleaginosas de modo distintos. A nova concepção do modelo de Definição dos Sistemas Produtivos surgiu ao se avaliar a possibilidade da COOPAF/BA (Cooperativa de Produção e Comercialização da Agricultura Familiar da Bahia) de implantação de uma unidade de extração de óleos vegetais para beneficiar a produção de mamona e de girassol de seus cooperados.

Na prática os projetos ou trabalham a área do SP conjugado, conforme apresentado na Figura 18, ou se trabalham dois sistemas produtivos isolados quando o projeto prevê o cultivo de duas oleaginosas. Em uma versão futura um botão para a seleção automática entre o SP conjugado ou os SP's isolados poderá ser implantada.

| Oleaginosas | Participação na Produção de Biodiesel | Volume de Biodiesel L/ano | Necessidade de Oleaginosa kg/ano | Necessidade de Área hectare (ha) |
|--------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Soja | 46,2% | 4.569.231 | 23.988.462 | 7.997 |
| Girassol | 53,8% | 5.330.769 | 11.994.231 | 7.997 |
| Óleo de Soja | 0,0% | - | - | Mercado |

| Sistemas Produtivos | Área ha | Oleaginosas | Tamanho Médio da Área Plantada por Família ha/família |
|---------------------|---------|-------------|---|
| SP Consórcio | 7.997 | Soja | 45,0 |
| | | Girassol | |
| SP Isolado 1 | - | Soja | 45,0 |
| SP Isolado 2 | - | Girassol | 45,0 |

Figura 18. Tela de Configuração dos Sistemas Produtivos.

5.2.4. Escalonamentos da Indústria e dos Sistemas Produtivos

Até o momento o projeto prevê que a unidade industrial e os módulos agrícolas operem a partir do Ano 1 em escala total, ou seja, 100% dos tamanhos nominais. Entretanto, muitos projetos iniciam-se em escala inferior à projetada, devido à cautela dos investidores, ampliando seus investimentos conforme o ganho de experiência que acumulam. Dessa forma, para que se possam avaliar tais projetos estruturou-se um modelo de escalonamento dos investimentos nos Elos Agrícola e Industrial. O escalonamento do Elo Agrícola repercute na ampliação da área a ser implantada de cada módulo de produção, enquanto o escalonamento do Elo Industrial se destina em definir os momentos de ampliação dos investimentos em obras civis, equipamentos industriais e capital de giro.

Já o escalonamento do volume efetivo de produção de biodiesel fica condicionado ao escalonamento da produtividade das matérias-primas oleaginosas de origem familiar e de aquisição da matéria-prima do mercado, mais ao escalonamento dos módulos agrícolas.

A Figura 19 ilustra a movimentação dos dados dentro da tela de escalonamento, enquanto a Figura 20 apresenta a tela de escalonamento do protótipo.

É interessante observar que a configuração da escala nominal do Elo Industrial é uma variável independente no SAD, enquanto os sistemas produtivos são variáveis

dependentes da escala nominal da unidade industrial e demais variáveis. Por sua vez, a matriz de escalonamento da implantação dos sistemas produtivos é uma variável independente, enquanto a matriz de escalonamento da produção efetiva de biodiesel é variável dependente da matriz de escalonamento dos sistemas produtivos. Tal situação reforça a necessidade da avaliação conjunta dos elos produtivos, não só na cadeia do biodiesel, mas em todas as cadeias de produção, visto que, em uma avaliação pontual e simplista, sem matéria-prima não há produto, mas sem produto, também não há a necessidade de produção de matéria-prima.

Nas telas anteriores basicamente se trabalhou com informações pontuais e fechadas em torno da delimitação do projeto, não havendo preocupação com a orçamentação em cada período ciclo produtivo do horizonte de planejamento. Assim, as matrizes de escalonamento são responsáveis pelo impacto da orçamentação na projeção dos fluxos de caixas e de financiamento de seus respectivos elos, multiplicando-se os resultados obtidos pela orçamentação dos elos pelo percentual escalonado.

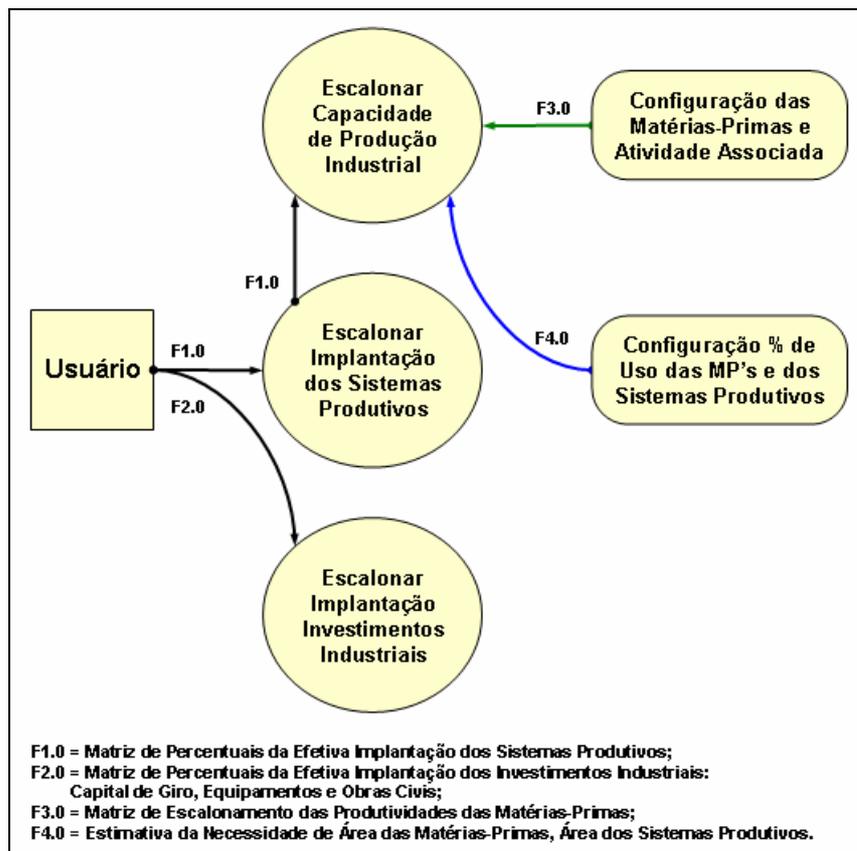


Figura 19. Tela de Configuração dos Escalonamentos do Projeto.

Sistemas Produtivos
Escalonamento da Implantação dos Sistemas Produtivos (Relativo à Área Máxima)

| | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SP Consórcio | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| SP Isolado1 | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| SP Isolado 2 | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Oleaginosas
Escalonamento da Capacidade Nominal de Produção Industrial (Relativo à Máxima)

| | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Soja | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| Girassol | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| Óleo de Soja | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| TOTAL | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Investimentos
Escalonamento dos Investimentos Industriais (Relativo ao Máximo)

| | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Obras Civas | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| Equipamentos | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| Capital de Giro | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Figura 20. Tela de Configuração dos Escalonamentos do Projeto.

5.2.5. Definição das Condições de Financiamento

A configuração das condições de financiamento representa a definição da origem dos recursos estimados para a implantação do projeto: se o investimento será com capital próprio, ou se terá participação de recursos financiados. O financiamento de projetos por agentes de fomento é de extrema importância para o desenvolvimento econômico, tanto em nível local, como global, sendo o fundamento dos bancos de desenvolvimento como o BNDES, BDMG e BIRD, além de participar do portfólio de diversos outros bancos. Além do mais, os juros pagos pelo crédito tomado são dedutíveis de pagamento de impostos (Silva, 2001a).

Do ponto de vista prático da avaliação de projetos ao se prever financiamento em um projeto, deve-se ter em mãos, além da taxa de juros cobrada pelo empréstimo, também o período de carência, o prazo de amortização (ou prazo total para a quitação da dívida), qual percentual do montante será financiado, e o limite máximo da linha de crédito, conforme apresentado na Figura 21.

ELO INDUSTRIAL

| ITEM | Plano | Carência (anos) | Amortização (anos) | Juros + del Credere | Participação |
|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Equipamentos | BNDES Biodiesel | 3 | 5 | 10,75% | 90% |
| Obras Cíveis | BNDES Biodiesel | 3 | 5 | 10,75% | 90% |
| Capital de Giro | BNDES Biodiesel | 3 | 5 | 10,75% | 40% |

SP Consórcio

| ITEM | Plano | Carência (anos) | Amortização (anos) | Juros + del Credere | Participação |
|--------------|-------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Implantação | | | | | |
| Maquinários | | | | | |
| Benfeitorias | | | | | |

SP Isolado 1

| ITEM | Plano | Carência (anos) | Amortização (anos) | Juros + del Credere | Participação |
|-------------|-------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Implantação | | | | | |
| Maquinários | | | | | |

Figura 21. Tela de Configuração do Financiamento do Projeto.

5.2.6. Orçamentação dos Elos Agrícola e Industrial

As telas de *Configuração do Projeto* dão corpo, definem o que, em qual escala e como será executado o projeto agroindustrial de produção agrícola familiar e industrial de biodiesel. Entretanto, para encerrar o projeto (e saber se o mesmo é viável ou não) é necessário realizar a orçamentação de cada elo produtivo, resumido nos levantamentos e estimativas das receitas, dos custos, dos investimentos e das condições de financiamento para cada elo.

Diferentemente das informações que compõem as telas de *Configuração do Projeto*, as informações das telas de *Orçamentação Agrícola e Industrial* apresentam impacto exclusivamente sobre o fluxo de caixa e de financiamento do seu elo produtivo, o que reafirma que toda a inter-relação dos elos está na sua configuração, como foi explicado anteriormente.

Neste momento a utilidade do conceito de coeficiente técnico é mais facilmente entendida e tornou a implantação do protótipo simplificada, além de conferir dinamismo na utilização do mesmo. Assim, o resultado de cada item orçado é obtido pelo produto entre o coeficiente de consumo ou geração (ex. kg(MP)/L(biod), ou homem/turno), seu respectivo valor unitário (R\$/unidade – kg(MP) ou salário/homem) e a escala de produção vinculada: em L/ano(biod) para insumos, matéria-prima e

subproduto; em hectare nas receitas e nos custos agrícolas; em mês e em turno para orçamentação dos custos com pessoal; etc.

Coeficiente técnico é definido como uma relação do fator de produção a uma base comum de mensuração (unidade de produto produzido, ou de outro fator de produção consumido, principalmente a matéria-prima). O uso de coeficientes técnicos é ampla dentro da engenharia, dada sua fácil analogia com o processo de cálculo de balanços de massa e energia, e o processo de mudança de unidades. A estimativa dos coeficientes de insumos, matéria-prima e produtos derivam dos balanços de massa e energia do processo, conforme o exemplo do fluxo de massa apresentado na Figura 22, reforçando o trabalho árduo de levantamento de informações que antecede à avaliação dos projetos no SADBioDiesel (Resende Filho, 1997; Fernandes, 1999; Silva, 2001a).

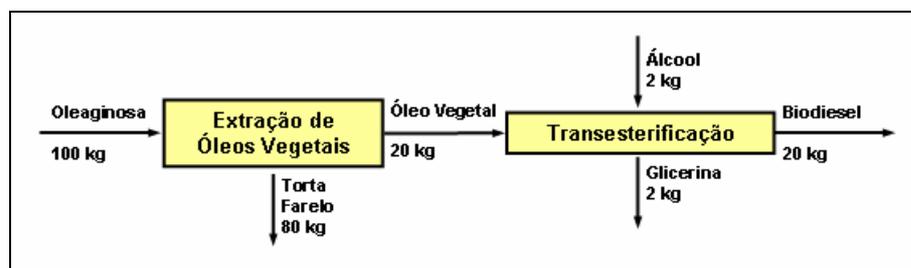


Figura 22. Balanço de Massa do Processo de Produção de Biodiesel.

Assim, pela Figura 22 o coeficiente de conversão da oleaginosa seria 5,0 ($100 \div 20$), enquanto o coeficiente de consumo de álcool seria 0,1 ($2 \div 20$), e os coeficientes de geração de torta e glicerina, respectivamente, seriam 4,0 ($80 \div 20$) e 0,1 ($2 \div 20$). Às vezes tais coeficientes não se apresentam tão fáceis de serem determinados, mas isto não constitui um problema do SAD, mas do processo de levantamento de dados dos projetos de investimento.

O resultado obtido de cada estimativa se dá com base na escala nominal do projeto, devendo para a formação do fluxo de caixa ser multiplicada pela respectiva matriz de escalonamento do projeto.

5.2.6.1. Receitas, Custos e Investimentos do Elo Industrial

A Figura 23 apresenta o diagrama de fluxo de dados da orçamentação industrial do SADBioDiesel. O diagrama mostra claramente a inter-relação entre as telas do protótipo, principalmente das informações utilizadas em diversos momentos, o que mostra a necessidade da estruturação de um sistema para se evitar múltipla entrada de mesmos dados, o que pode causar inconsistência nos resultados.

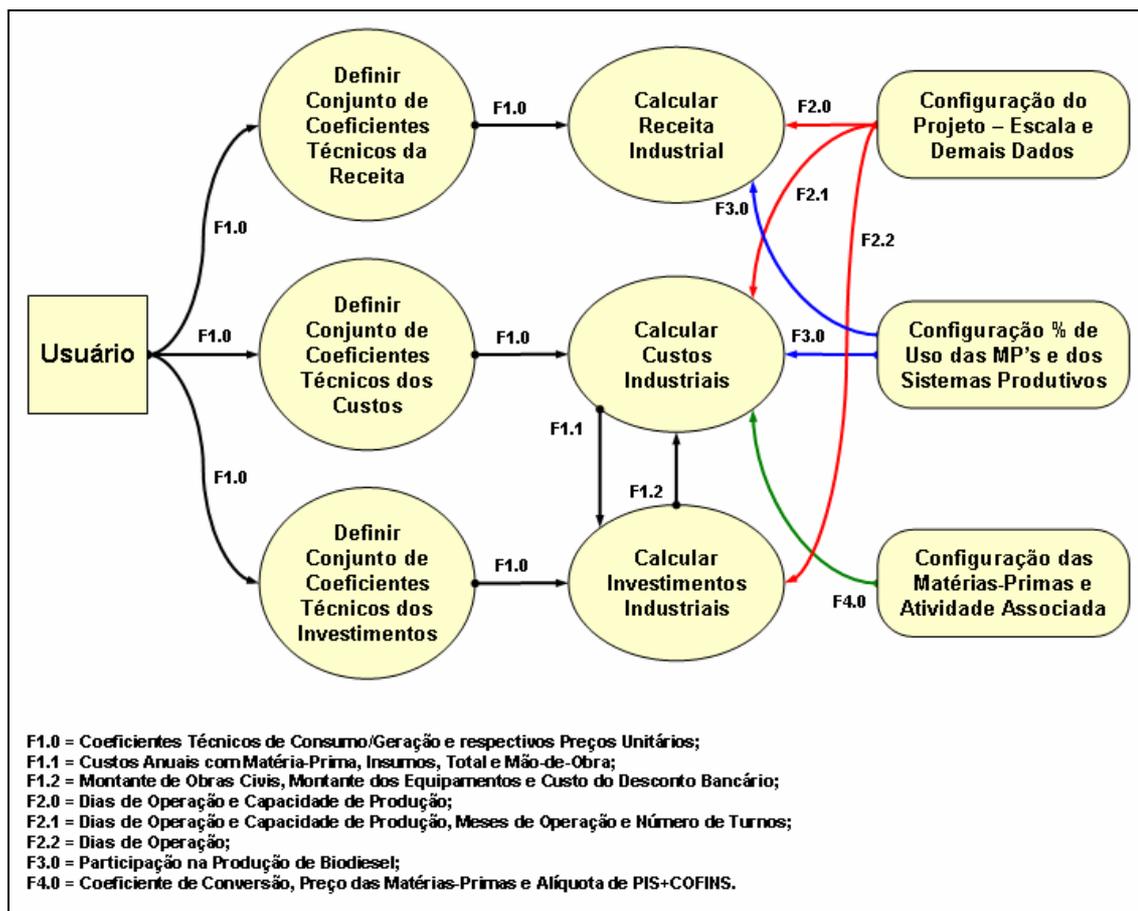


Figura 23. Diagrama de Fluxo de Dados da Orçamentação do Elo Industrial.

Receita

A orçamentação da receita do elo industrial tomou por base o balanço de massa apresentado na Figura 22, obtido com base nos processos de extração de óleo vegetal (Bailey, 1996) e de transesterificação para a conversão do óleo em biodiesel, descrito por Schuchardt, Sercheli & Vargas (1998), representando os itens de saída do fluxo principal. Portanto compõem a receita industrial: biodiesel, glicerina, torta ou farelo da matéria-prima e algum eventual subproduto, como álcool hidratado no caso de transesterificação por rota etílica ou línter no caso de caroço de algodão, etc., que deve ser inserido na linha m branco, conforme a Figura 24.

| 1. Produto Principal | Unidade | Produção Anual | Preço de Venda | Total Anual | Participação |
|---------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|
| Biodiesel Puro | L | 9.900.000 | 2,10 | 20.790.000,00 | 66,5% |
| 2. Sub-Produtos | Unidade | Coefficiente | Preço de Venda | Total Anual | Participação |
| Glicerina | L/L biod. | 0,1000 | 0,30 | 297.000,00 | 1,0% |
| Farelo de Soja | kg/L biod. | 4,2000 | 0,44 | 8.443.938,46 | 27,0% |
| Farelo de Girassol | kg/L biod. | 1,2000 | 0,27 | 1.727.169,23 | 5,5% |
| Farelo de Óleo de Soja | kg/L biod. | | | - | 0,0% |
| | | | | - | 0,0% |
| Receita dos SubProdutos | | | | 10.468.107,69 | 33,5% |
| Receita Industrial TOTAL | | | | 31.258.107,69 | 100,0% |

Figura 24. Tela de Orçamentação da Receita do Elo Industrial.

A comercialização dos subprodutos é fundamental para a viabilidade da produção de biodiesel, visto que estes em quantidades materiais representam pelo menos 10% do volume de biodiesel produzido no caso da glicerina, podendo atingir 200 a 400% do volume de biodiesel em farelo, ao se considerar o complexo industrial iniciando-se pela extração do óleo; do contrário além de não representar receita extra esses subprodutos passariam ser contabilizados como custos necessários às suas corretas disposições como resíduos.

Custos

Conforme apresentado na “Revisão de Literatura” os custos de produção constituem os gastos contínuos necessários para a produção do bem material, diferindo-os dos gastos com investimentos, entendidos como desembolsos pontuais com determinado ciclo de vida. No caso da produção de biodiesel, são considerados custos: matéria-prima, insumos químicos e de processos como energia elétrica, água e vapor, mão-de-obra operacional e administrativa, tributação, logística, entre outros.

Dada a diversidade dos fatores de produção, optou-se por dividir a tela de orçamentação dos custos de produção industrial em grupos, sendo a primeira distinção a classificação em custos fixos e variáveis, enquanto a segunda se restringe a fatores próprios de caracterização dos itens. Essa distinção foi extremamente

necessária na hora de se estimar os custos de produção no fluxo de caixa da unidade industrial, para melhor vinculação de cada item ao seu escalonamento específico.

Os custos variáveis compreendem: a matéria-prima cadastrada durante a configuração do projeto; os insumos de processo que devem ser inseridos tais como energia, água, vapor, catalisador, solvente, etc.; mão-de-obra operacional restrita aos operários que trabalham em turno na unidade; tributação e logística, responsável pela estimativa dos gastos com impostos na forma de percentuais sobre a receita e com transporte das matérias-primas, do biodiesel e demais subprodutos; e a possibilidade de se inserir outros custos variáveis, respeitando-se a restrição de que o coeficiente deve estar em função da produção de 1 L de biodiesel.

Por outro lado os custos fixos considerados pelo protótipo são: os custos administrativos que compreendem a mão-de-obra fixa como gerentes, diretores, e corpo técnico administrativo e de apoio; custos com manutenção, seguro e depreciação do capital fixo – equipamentos e obras civis; e outros itens que podem ser inseridos respeitando-se a restrição de que seus valores devem ser estimados em bases mensais, como aluguel de veículos, gastos com energia, telefone, etc. A Figura 25 apresenta a tela dos custos industriais do SADBioDiesel.

| 1. Matéria-Prima | | | | | |
|-----------------------------|------------------|--------------|----------------|----------------------|--------------|
| | Unidade | Coefficiente | Valor Unitário | Total Anual | Participação |
| Soja | kg/L biodiesel | 5,2500 | 0,45 | 10.794.807,69 | 42,1% |
| Girassol | kg/L biodiesel | 2,2500 | 0,50 | 5.997.115,38 | 23,4% |
| | kg/L biodiesel | - | - | - | 0,0% |
| SUBTOTAL 1 | | | | 16.791.923,08 | 65,5% |
| 2. Insumos | | | | | |
| | Unidade | Coefficiente | Valor Unitário | Total Anual | Participação |
| Álcool Anidro | L/L biodiesel | 0,1060 | 1,59 | 1.668.546,00 | 6,5% |
| Energia | kWh/L biodiesel | 0,1240 | 0,55 | 675.180,00 | 2,6% |
| Água | m³/L biodiesel | 0,0024 | 3,50 | 83.160,00 | 0,3% |
| Vapor | kg/L biodiesel | 0,8860 | 0,15 | 1.315.710,00 | 5,1% |
| Perdas | L/L biodiesel | 0,0200 | 1,90 | 376.200,00 | 1,5% |
| Solvente | L/L biodiesel | 0,0090 | 0,95 | 84.645,00 | 0,3% |
| Catalisador | kg/L biodiesel | 0,0220 | 4,52 | 984.456,00 | 3,8% |
| Outros Insumos | kg/L biodiesel | 0,0049 | 3,00 | 145.530,00 | 0,6% |
| SUBTOTAL 2 | | | | 5.333.427,00 | 20,8% |
| 3. Tributação e Logística | | | | | |
| | Unidade | Coefficiente | Valor Unitário | Total Anual | Participação |
| PIS+COFINS do Biodiesel | R\$/L biodiesel | 1,0000 | 0,07 | 693.000,00 | 2,7% |
| ICMS do Biodiesel | % Rec. Biodiesel | 2,10 | - | - | 0,0% |
| Transporte do Biodiesel | R\$/1.000km/t | 0,5000 | 0,15 | 742.500,00 | 2,9% |
| Impostos Farelo de Soja | % Receita Farelo | 7,0% | 0,85 | 591.075,69 | 2,3% |
| Transporte Farelo de Soja | R\$/1.000km/t | 0,2000 | 0,10 | 383.815,38 | 1,5% |
| Transporte de Soja | R\$/1.000km/t | - | - | - | 0,0% |
| Impostos Farelo de Girassol | % Receita Farelo | 7,0% | 0,17 | 120.901,85 | 0,5% |

Figura 25. Tela de Orçamentação dos Custos de Produção do Elo Industrial.

Investimentos

Os investimentos industriais são: capital de giro, equipamentos e edificações. Em termos de construção das telas sua implantação foi bastante simples, sua estrutura é apresentada na Figura 26. O capital de giro, quanto dos investimentos na edificação são fechadas, não permitindo a inserção de itens, enquanto a orçamentação dos equipamentos é totalmente aberta.

| 1. Capital de Giro | | | |
|--|--------------------|--------------|---------------------|
| | Unidade Referência | Coefficiente | TOTAL |
| Matéria-prima | dias | 10 | 559.730,77 |
| Insumos | dias | 30 | 533.342,70 |
| Produtos Acabados | dias | 10 | 854.607,12 |
| Vendas à Prazo | dias | 10 | 854.607,12 |
| Compras a Prazo | dias | | - |
| Reserva de Caixa | mês | 1 | 107.184,00 |
| Desconto Bancário | % | | - |
| Taxa de Desconto Bancário | % | | - |
| Investimento TOTAL em Capital de Giro | | | 2.909.471,70 |

| 2. Obras Cíveis & Benfeitorias | | | |
|--|-------------------|----------------|-------------------|
| | Coefficiente (m2) | Valor Unitário | TOTAL |
| Terreno e Terraplanagem | 10.000 | 6,00 | 60.000,00 |
| Construções Cíveis | 2.200 | 350,00 | 770.000,00 |
| Investimento TOTAL em Obras Cíveis & Benfeitorias | | | 830.000,00 |

| 3. Equipamentos | | | |
|-------------------|------------|----------------|------------|
| | Quantidade | Valor Unitário | TOTAL |
| Preparo dos Grãos | 1 | 418.060,00 | 418.060,00 |

Figura 26. Tela de Orçamentação dos Investimentos do Elo Industrial.

Não haveria problema algum abrir a estruturação da orçamentação das obras cíveis, como é a dos equipamentos, uma vez que sua estimativa somente é dependente de informações definidas dentro do próprio projeto (coeficiente de área e valor unitário da área), entretanto não se viu tal necessidade. Do contrário, em relação à orçamentação do capital de giro realmente foi necessário fechar a estrutura, visto que sua estimativa é dependente de informações contidas em outras telas.

Cabe ressaltar que a tomada de orçamentos sobre os investimentos, para se avaliar possíveis fornecedores, é uma tarefa difícil e demorada. A desconfiança por parte do fornecedor em enviar um orçamento por e-mail, fax, ou correio é muito grande no primeiro contato, e torna indispensável sucessivos contatos para se refinar o orçamento inicial até se chegar a um mínimo aceitável. Quando se fala na orçamentação dos coeficientes técnicos de performance da unidade, ou dos equipamentos, essa dificuldade aumenta ainda mais, mas é facilmente superada

quando o fornecedor visualiza realmente que o solicitante venha a ser um potencial cliente.

5.2.6.2. Receitas, Custos e Investimentos do Elo Agrícola

As telas do elo agrícola seguiram a mesma sistemática adotada para o elo industrial, respeitando-se as particularidades da produção agrícola, como a substituição do capital de giro pela prática de custeio anual dos custos de produção da lavoura e a facilidade de alteração das práticas produtivas dentro do horizonte do projeto ou produção de culturas perenes, podendo resultar em produtividades e custos diferentes. A Figura 27 apresenta o diagrama de fluxo de dados da orçamentação do elo agrícola no SADBioDiesel, que é semelhante ao diagrama da orçamentação industrial, com as ressalvas de que para a estimativa da receita agrícola todas as informações necessárias já foram previamente cadastradas, não existindo a entrada nesta tela de informações pelo usuário, enquanto os custos agrícolas não são impactados por nenhuma informação anteriormente inserida no protótipo.

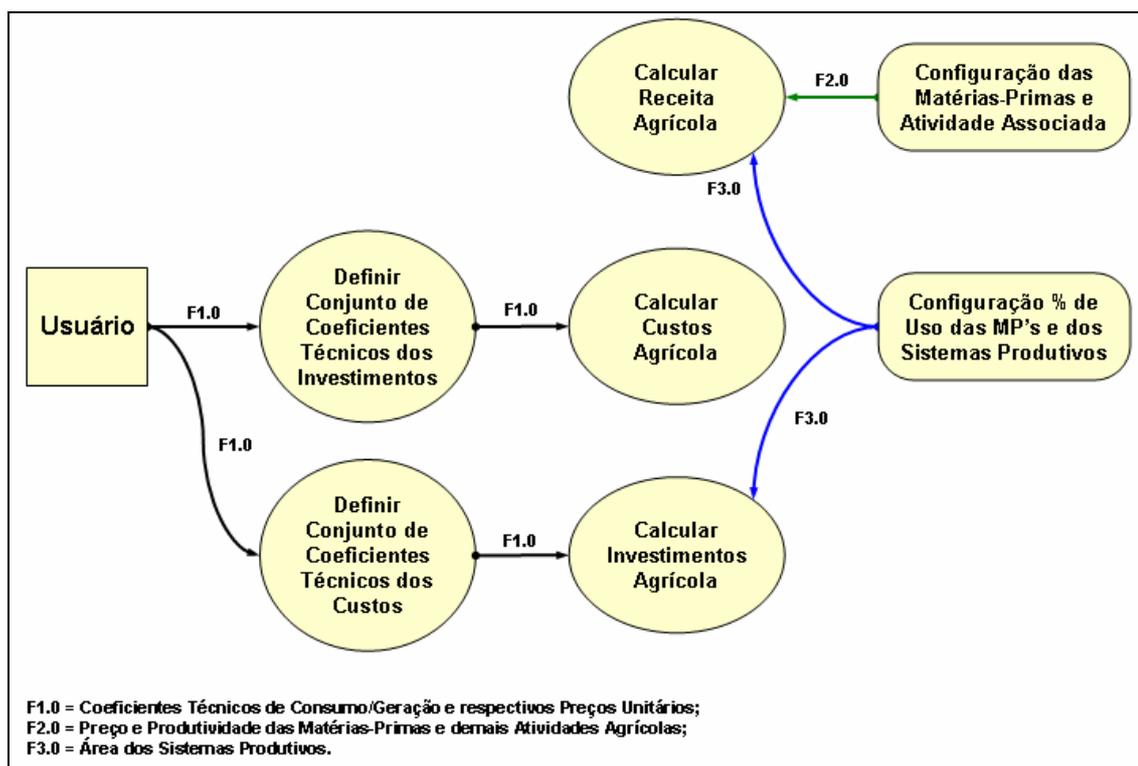


Figura 27. Diagrama de Fluxo de Dados da Orçamentação do Elo Agrícola.

Análogo à estrutura do elo industrial a orçamentação do elo agrícola também corresponde às estimativas das receitas, dos custos e dos investimentos da produção agrícola familiar de oleaginosas. Entretanto, diferentemente do elo industrial, que é composto somente de uma unidade industrial, ou **n** unidades modulares, uniformes,

que passam a ser tratadas como um único complexo industrial, o elo agrícola pode ser formado por até três módulos distintos de produção, conforme descrito anteriormente, fazendo com que o elo agrícola no todo compreenda os três módulos.

Essa definição do elo agrícola fez com que alguns ajustes/restrições tivessem de ser estabelecidos de forma a permitir a avaliação da viabilidade do projeto no seu todo. Assim, as receitas e os custos são estimados por atividade produtiva (cultivo oleaginoso e atividade associada), em que a estimativa por sistema produtivo se dá pela soma das estimativas de cada atividade; os investimentos são estimados para cada sistema produtivo, em que a estimativa por atividade se dá por média aritmética simples do total de atividades dentro de um sistema de produção.

Receita

Uma vez que as informações necessárias para a estimativa das receitas do elo agrícola já foram anteriormente informadas ao SADBioDiesel durante a configuração do projeto, a estruturação desta tela tem o objetivo de informar a estimativa nominal da receita agrícola dentro do projeto, lembrando-se que a estimativa em cada ciclo produtivo (ano) do horizonte de planejamento é função do produto entre a receita nominal e o escalonamento do elo agrícola resultando na receita do fluxo de caixa do projeto. Assim, a receita agrícola é apresentada por atividade/produto, unidade de área, família, sistema produtivo e para todo o elo agrícola, conforme a Figura 28.

| | | |
|---------------------|----------------------|--------------------|
| ELO AGRÍCOLA | 16.793.700,00 | R\$/ELO/ano |
| SP Consórcio | 16.793.700,00 | R\$/sistema |
| Família | 94.500,00 | R\$/família |
| por Área | 2.100,00 | R\$/há |
| SP Isolado 1 | | R\$/sistema |
| Família | | R\$/família |
| por Área | | R\$/há |
| SP Isolado 2 | | R\$/sistema |
| Família | | R\$/família |
| por Área | | R\$/há |

Figura 28. Tela de Orçamentação da Receita do Elo Agrícola.

Custos

Os custos das atividades agrícolas também se dividem em fixos e variáveis, em função da relação direta com a área a ser trabalhada, em que: os custos fixos se resumem na depreciação, manutenção e seguro dos bens duráveis (bens de capital fixo) utilizados na atividade, custos administrativos ou gerências da atividade, e custos com mão-de-obra permanente; enquanto os custos variáveis respondem pelas despesas com atividades manuais, mecânicas terceirizadas ou próprias, insumos de produção e despesas financeiras desde o plantio até os procedimentos de pós-colheita (CONAB, 2005).

Ao se avaliar a dinâmica de levantamento dos custos de produção adotada pelos agricultores familiares observou-se que não haveria a necessidade de se estimar os custos fixos da produção oleaginosa familiar no SADBioDiesel, uma vez que, na estimativa dos custos com depreciação, manutenção e seguros dos bens de capital é só adotar o preço unitário praticado em caso de terceirização, que já compreende tais despesas; enquanto que os custos administrativos e com a mão-de-obra permanente já não fazem presente na rotina da agricultura familiar. Assim o SAD contém somente uma planilha para estimativa dos custos variáveis da produção agrícola.

Os custos variáveis são estimados por unidade de área durante seu ciclo produtivo. Tomando-se por base a estrutura adotada pela CONAB (2005) e em diversas planilhas da EMBRAPA (apresentando detalhes dos coeficientes de custos de produção de suas pesquisas agrícolas), a estimativa dos custos variáveis no SADBioDiesel apresenta uma estrutura totalmente aberta (como a inserção dos insumos na estimativa dos custos industriais). Os fatores de produção estão divididos dentro do protótipo em: mão-de-obra da família, insumos de produção, serviços mecanizados e terceirizados, e custos financeiros.

Devido à facilidade de alterações nas práticas de produção, em especial em cultivos perenes como é o caso do dendê e do pinhão-manso, a tela de estimativa dos custos variáveis agrícolas foi desenvolvida da mesma forma que as telas de escalonamento, ou seja, o usuário tem de cadastrar todos os coeficientes técnicos em cada ano do horizonte de planejamento do projeto. A Figura 29 apresenta a tela de orçamentação dos custos variáveis do SADBioDiesel.

| Soja | | | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano |
|--------------------------------|---------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Op Familiares | | | Coeficiente |
| | Unidade | Valor Unitário | | | | | | | |
| SUBTOTAL 1 - R\$/há/ano | | | - | - | - | - | - | - | - |
| 2. Op Terceiros | | | | | | | | | |
| | Unidade | Valor Unitário | | | | | | | |
| Distribuição do Calcário | h.m | 40,00 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | |
| Manutenção dos Terraços | h.m | 80,00 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | |
| Gradagem Pesada e Niveladora | h.m | 90,00 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | |
| Aplicação de Defensivos | h.m | 100,00 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | |
| Plantio | h.m | 100,00 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | |
| Colheita | h.m | 140,00 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | |
| Serviços de Secagem | sc | 27,00 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | |
| SUBTOTAL 2 - R\$/há/ano | | | 561,00 |
| 3. Insumos | | | | | | | | | |
| | Unidade | Valor Unitário | | | | | | | |
| Sementes | kg | 1,00 | 40,0 | 40,0 | 40,0 | 40,0 | 40,0 | 40,0 | |
| Calcário | t | 40,00 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | |
| Fertilizante 2/20/20 | kg | 0,70 | 350,0 | 350,0 | 350,0 | 350,0 | 350,0 | 350,0 | 3 |
| Inseticida | L | 22,00 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | |
| Herbicida | L | 35,00 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | |
| Formicida | kg | 8,00 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | |
| SUBTOTAL 3 - R\$/há/ano | | | 437,00 |

Figura 29. Tela de Orçamentação dos Custos das Atividades Agrícolas.

Investimentos

Por fim, a orçamentação do elo agrícola termina com a estimativa dos investimentos necessários. Essa estimativa é realizada por sistema produtivo, diferente da estimativa dos custos variáveis orçados por atividade, ou seja, representa a necessidade de emprego de capital fixo para todo o grupo e não individualizado por propriedade.

Assim pensou-se nos possíveis itens que pudessem ser empregado no projeto agrícola chegando-se à seguinte estrutura de investimentos:

- # *Benfeitorias Rurais* – representam a necessidade de galpões para o armazenamento da produção, de maquinários e implementos agrícolas, por exemplo;
- # *Maquinários e Implementos* – representam a necessidade de maquinários (tratores, caminhões) e implementos (roçadeiras, enxadas);
- # *Preparo do Terreno* – compreendem desde a compra da área exclusiva para atender à demanda de plantio, como também a abertura de terreno ou a correção de solo com calcário, portanto no caso dos investimentos em preparo do terreno deverá estar atento que seu custo é em função da unidade de área (hectare).

5.2.7. Resultados dos Projetos no SADBioDiesel

Os principais resultados de saída do SADBioDiesel são os indicadores de viabilidade econômica de projetos (VPL, TIR, TRC, custos de produção, renda mensal da família, etc.) que são apresentados em uma única tela, para facilitar sua visualização e consequente tomada de decisão sobre a viabilidade do projeto.

Uma vez que se visualizou que não comum a incidência de investimentos na produção oleaginosa pela agricultura familiar, os clássicos indicadores de viabilidade de investimentos (VPL, TIR e TRC) não apresentam funcionalidade para avaliar o elo agrícola, o que tornou necessário determinar outros indicadores capazes de auxiliar a tomada de decisão sobre a viabilidade do projeto agrícola. Assim, o protótipo fornece como indicadores do elo agrícola o lucro unitário e a renda mensal média das famílias, os quais servem de comparação com a rentabilidade de outras atividades agrícolas.

O fluxo de caixa do elo industrial foi estruturado conforme apresentado na seção “Metodologia”, enquanto os fluxos de caixa dos sistemas produtivos foram adaptados, uma vez que para os agricultores familiares o imposto de renda é creditado não sobre a renda líquida, mas sobre a receita bruta. A Figura 30 apresenta a tela do protótipo de projeção do fluxo de caixa industrial, enquanto a Figura 30 traz o respectivo diagrama de fluxo dos dados utilizado em sua elaboração.

| Anos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Investimento | 12.206.090,00 | 2.909.471,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Receita Operacional | | 31.258.107,69 | 31.258.107,69 | 31.258.107,69 | 31.258.107,69 | 31.258.107,69 | 31.258.107,69 | 31.258.107,69 | 31.258.107,69 |
| Custo de Produção | | 27.564.621,16 | 27.564.621,16 | 27.564.621,16 | 27.564.621,16 | 27.564.621,16 | 27.564.621,16 | 27.564.621,16 | 27.564.621,16 |
| Lucro Operacional | | 3.693.486,53 | 3.693.486,53 | 3.693.486,53 | 3.693.486,53 | 3.693.486,53 | 3.693.486,53 | 3.693.486,53 | 3.693.486,53 |
| Juros de Financiamento | | 1.180.939,21 | 1.432.997,46 | 1.587.044,68 | 1.757.651,99 | 1.515.276,78 | 1.201.152,43 | 853.259,71 | 41 |
| Lucro Tributável | | 2.512.547,32 | 2.260.489,08 | 2.106.441,85 | 1.935.834,55 | 2.178.209,75 | 2.492.334,10 | 2.840.226,82 | 3.652 |
| Imposto de Renda | | 502.509,46 | 452.097,82 | 421.288,37 | 387.166,91 | 435.641,95 | 498.466,82 | 568.045,36 | 730 |
| Fluxo de Caixa Bruto | | 2.010.037,86 | 1.808.391,26 | 1.685.153,48 | 1.548.667,64 | 1.742.567,80 | 1.993.867,28 | 2.272.181,46 | 2.921 |
| Depreciação | | 1.038.788,10 | 1.038.788,10 | 1.038.788,10 | 1.038.788,10 | 1.038.788,10 | 1.038.788,10 | 1.038.788,10 | 1.038 |
| Fluxo de Caixa Líquido | 12.206.090,00 | 139.354,26 | 2.847.179,36 | 2.723.941,58 | 2.587.455,74 | 2.781.355,90 | 3.032.655,38 | 3.310.969,56 | 3.960 |
| Fluxo de Cx Acumulado | 12.206.090,00 | 12.066.735,74 | 9.219.556,38 | 6.495.614,80 | 3.908.159,07 | 1.126.803,17 | 1.905.852,21 | 5.216.821,77 | 12.796 |
| T.R.C. Descontado | | | | | | | | | |

Figura 30. Tela do Fluxo de Caixa do Elo Industrial.

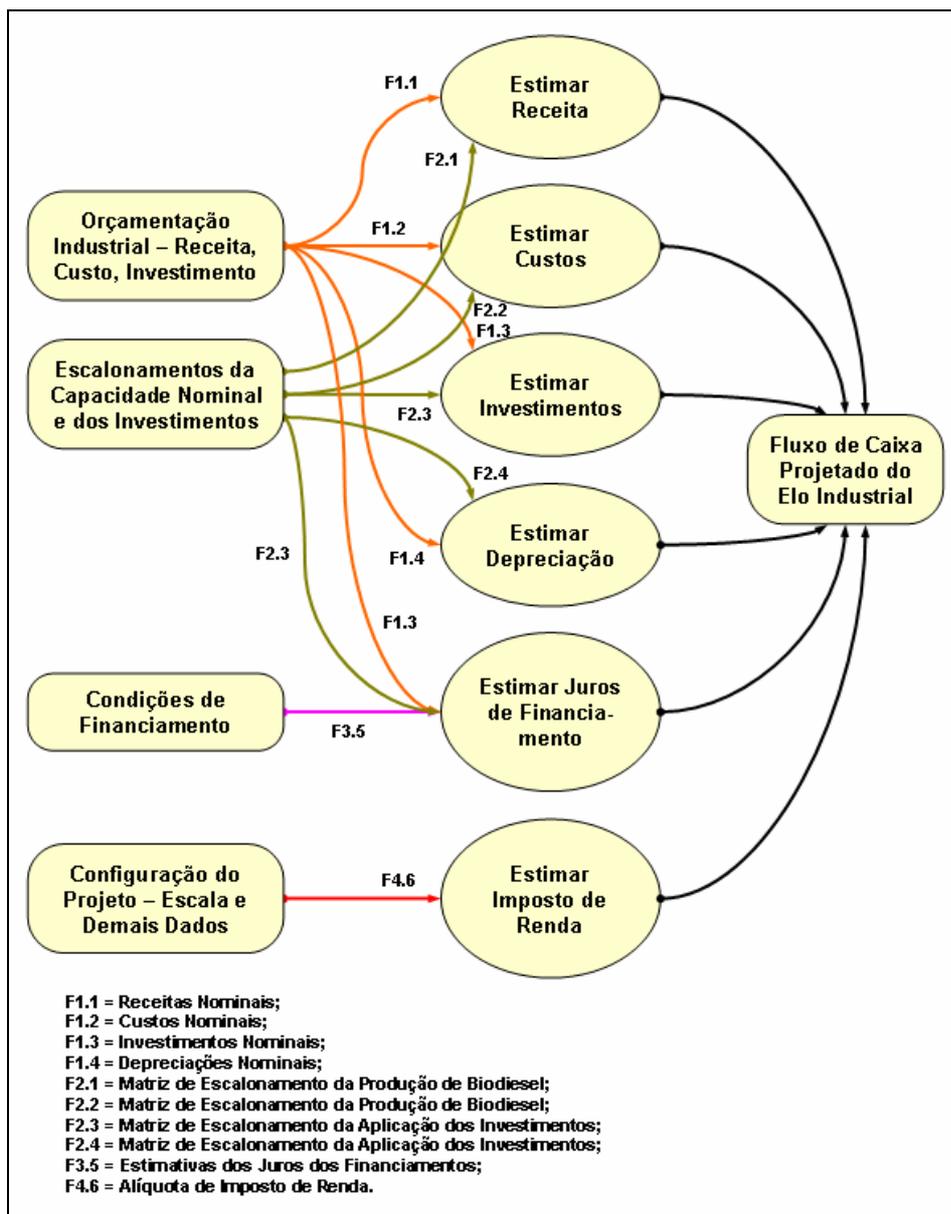


Figura 31. Diagrama de Fluxo de Dados para Projeção do Fluxo de Caixa Industrial.

Posteriormente à implementação das telas de fluxo de caixa de cada segmento avaliado (unidade industrial e sistemas produtivos), procedeu-se à implementação da tela dos indicadores de auxílio à decisão sobre o projeto, onde são apresentados além dos indicadores de viabilidade de investimento (VPL, TIR e TRC), demais informações pertinentes como o custo unitário de produção, o investimento total e o ponto de equilíbrio do segmento, além do número de famílias e sua renda mensal média dentro de cada sistema produtivo.

Os resultados da viabilidade, ou não, de cada segmento produtivo avaliado no sistema é apresentado em uma única tela, tornando mais prático a visualização dos resultados e posterior decisão, como apresentado pela Figura 32. Porém, o protótipo

não apresenta nenhuma conclusão sobre o conjunto de indicadores, ele apenas o apresenta, cabendo ao decisor concluir pela viabilidade ou não do projeto, ou mesmo retomar o projeto e fazer alguns ajustes.

Um indicador que cabe maior esclarecimento é o custo unitário de produção de biodiesel, que consiste da diferença entre o custo de produção total e a receita dos subprodutos, por unidade de biodiesel produzida, conforme realizado por: Hass et al (2006); Tapasvi, Wiesenborn & Gustafson (2004); e Bender (1999). Esta metodologia de cálculo do custo de produção é normalmente adotada em linhas de produção com múltiplos produtos, onde um produto é viabilizado pelo destino comercial dos seus resíduos, co-produtos paralelos obtidos pelo processo produtivo.

Alternativas seriam o rateio dos custos de produção em função da participação na receita, ou do consumo de matéria-prima, o que também não condiz com a realidade, principalmente nos processos agroindustriais, onde grande quantidade de matéria-prima normalmente é necessária para a produção de uma unidade do produto principal, sendo o restante tratado como resíduo ou subproduto.

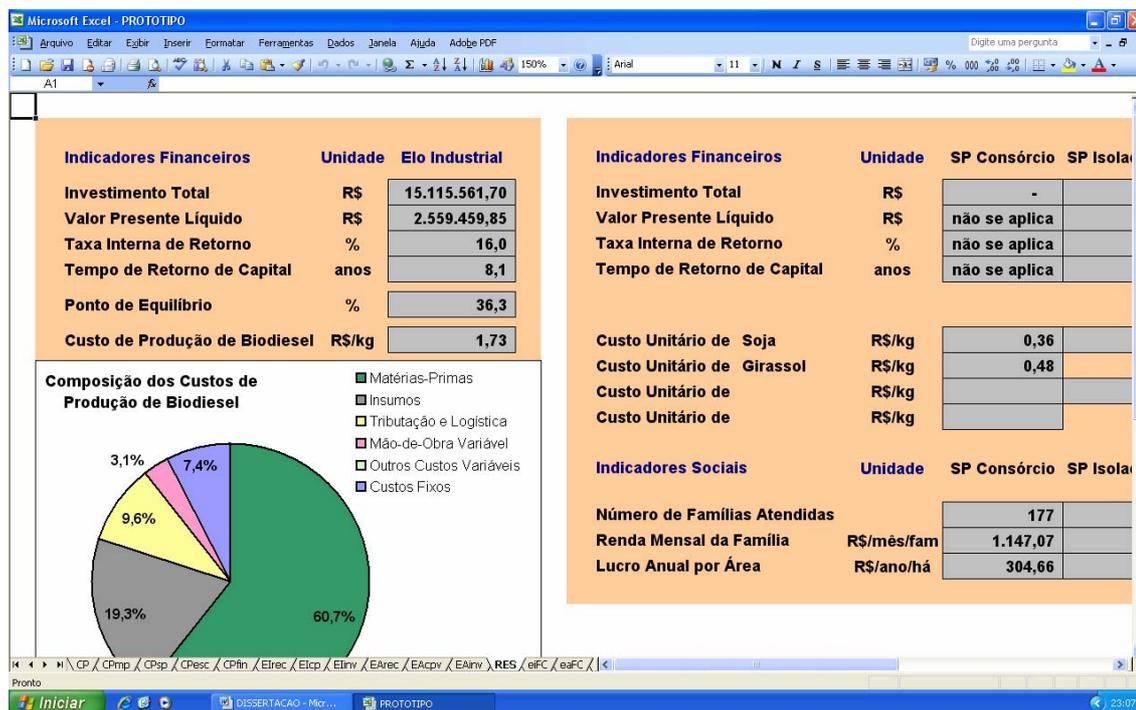


Figura 32. Tela dos Indicadores do Projeto.

5.3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso a seguir, tem o objetivo de mostrar a utilidade de uso protótipo. A simulação representa um projeto de produção de biodiesel auto-

gestionada por agricultores familiares da região de Campo Novo do Parecis – MT, como alternativa ao arrendamento da terra, redução dos custos de produção e geração local de divisas com o uso do biodiesel e dos farelos de soja e de girassol produzidos pelo projeto.

Planejado para 10 anos, o projeto prevê a produção de 10.000 m³/ano de biodiesel em uma unidade industrial de 33 m³/dia. A unidade industrial seria fornecida pela empresa Urso Branco, que forneceu todos os coeficientes técnicos (rendimentos de processo, consumos de insumos, necessidade de mão-de-obra, etc.), detalhados nas telas do protótipo apresentada na seção de “Descrição do Protótipo”. Por sua vez, os preços unitários foram coletados com demais fornecedores no mercado, enquanto o preço do biodiesel foi tomado pelo preço médio dos cinco primeiros leilões da ANP (ANP, 2007c).

Do lado agrícola 180 agricultores cultivariam 8.000 hectares de soja e girassol em regime de sucessão de culturas (safra/safrinha), estimando-se colher 24.000 e 12.000 toneladas de cada cultura, respectivamente. As informações do elo agrícola foram coletadas no local através de uma reunião com o grupo interessado. A Tabela 1 resume os dados gerais da configuração e da orçamentação do projeto.

Tabela 1. Configuração Geral e Orçamento do Estudo de Caso.

| | | |
|---|-------------------------------------|----------|
| Horizonte de Análise do Projeto | 10 anos | |
| Capacidade Nominal de Produção | 33 m ³ /dia de biodiesel | |
| Dias de Operação Anual | 300 dias/ano | |
| Sistemas Produtivos | SP Consorciado | |
| Financiamento Industrial | Linha BNDES Biodiesel | |
| Escalonamentos do Projeto | Não considerado | |
| Área Agrícola | 8.000 hectares | |
| Matérias-Primas | Soja | Girassol |
| Origem | Projeto | Projeto |
| Rendimento | 19% | 44% |
| Participação na Produção de Biodiesel | 46% | 54% |
| Produtividade Esperada | 3,0 t/há | 1,5 t/há |
| Capital de Giro da Unidade Industrial | R\$ 2.909.471,70 | |
| Investimentos em Equipamentos | R\$ 11.376.090,00 | |
| Investimentos em Obras Civis | R\$ 830.000,00 | |
| Custos Industriais Anuais (Fixo+Variável) | R\$ 27.680.042,06 | |
| Receita Industrial Anual | R\$ 31.258.107,69 | |

Para ilustrar diferentes conclusões sobre a viabilidade do projeto foram realizadas três simulações com diferentes preços de girassol, soja e farelo de soja, mantendo-se as demais informações constantes. A definição das variáveis dos cenários e os resultados do projeto em cada cenário estão apresentados nas Tabelas 2;3.

Tabela 2. Definição das Variáveis dos 3 Cenários do Projeto em Estudo.

| VARIÁVEIS DOS CENÁRIOS | UNIDADE | CENÁRIO 1 | CENÁRIO 2 | CENÁRIO 3 |
|--|---------|-----------|-----------|-----------|
| Preço da Soja ¹ | R\$/kg | 0,40 | 0,45 | 0,55 |
| Preço do Girassol ² | R\$/kg | 0,45 | 0,50 | 0,55 |
| Preço do Farelo de Soja ¹ | R\$/kg | 0,40 | 0,44 | 0,52 |
| Preço do Farelo de Girassol ² | R\$/kg | 0,27 | 0,27 | 0,27 |

1 preços do mercado de soja no Mato Grosso conforme o CISoja (2007); Cenário 1 – out. a dez/2006; Cenário 2 – média do ano de 2007; Cenário 3 – média do 2º semestre de 2007.

2 preços conforme os contratos celebrados com empresas de biodiesel atuantes na região; safras 2005/06, 2006/07 e 2007/2008, respectivamente para os Cenários 1, 2, 3.

Tabela 3. Resultado dos 3 Cenários do Projeto em Estudo.

| RESULTADOS SOCIAIS | UNIDADE | CENÁRIO 1 | CENÁRIO 2 | CENÁRIO 3 |
|-----------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| Renda Média Mensal | R\$/família/mês | 299,93 | 1.147,07 | 2.558,97 |
| Lucro Unitário Anual | R\$/hectare/ano | 79,66 | 304,66 | 679,66 |
| RESULTADOS ECONÔMICOS | UNIDADE | CENÁRIO 1 | CENÁRIO 2 | CENÁRIO 3 |
| Custo de Produção | R\$/L(biodiesel) | 1,62 | 1,73 | 1,89 |
| Investimento Total | R\$ | 14.932.065,96 | 15.115.561,70 | 15.422.582,02 |
| Valor Presente Líquido | R\$ | 7.657.111,97 | 2.559.459,85 | -4.862.230,94 |
| Tempo de Retorno de Capital | Anos | 5,7 | 8,1 | >10,0 |
| Taxa Interna de Retorno | %-a.a | 23,7 | 16,0 | 4,0 |
| Ponto de Equilíbrio | %-capacidade | 30,5 | 36,3 | 50,4 |
| CONCLUSÃO | | INVIÁVEL | VIÁVEL | INVIÁVEL |

Os cenários apresentados referem-se à atualização do preço dos grãos e seus respectivos produtos (farelo). O Cenário 1 representa o projeto original apresentado aos agricultores no final de 2006, enquanto o Cenário 2 representa os preços da safra 2006/7 e o Cenário 3 da safra 2007/8. A elevação do preço da soja e seu farelo, segundo analistas de mercado, não é somente em função do biodiesel, mas também da forte demanda de carne no mercado asiático, enquanto o preço do girassol foi

impactado exclusivamente pelo PNPB, através da negociação entre os agricultores familiares e as empresas de biodiesel safra a safra, conforme determina o Selo Combustível Social.

Cabe ressaltar que somente a atualização dos preços dos grãos oleaginosos e do farelo de soja, é insuficiente para se apresentar este projeto no período atual, uma vez que os demais itens de orçamentação (investimentos industriais, custos das culturas – especialmente os insumos agrícolas, refinamento dos coeficientes técnicos da unidade industrial...) estão desatualizados, entretanto para os efeitos de avaliação do trabalho foi suficiente.

Uma vez que, o projeto não previu nenhum investimento para o elo agrícola, os indicadores VPL, TIR e TRC do sistema produtivo não têm funcionalidade, sendo sua avaliação calcada somente na renda média e no lucro unitário. Dessa forma, os critérios mínimos da renda e do lucro para a viabilidade do projeto são: a renda média das famílias na região e a lucratividade de alguma atividade alternativa, por exemplo, portanto como não foi especificada qual a renda média da região e sabendo-se que o valor do arrendamento gira em torno de 5 sc/ha(soja), o lucro unitário mínimo para viabilidade seriam respectivamente para os Cenários 1, 2, 3: R\$ 120,00/ha; R\$ 135,00/ha; e R\$ 165,00/ha. Assim pode concluir, por este critério, que no Cenário 1 o projeto é inviável para os agricultores, contra a boa viabilidade do Cenário 2 e excelente viabilidade do Cenário 3.

Por outro lado, de forma contrária o projeto industrial se mostrou bastante viável no Cenário 1, ligeiramente viável no Cenário 2 e inviável no Cenário 3. A Tabela 4 apresenta o resumo da conclusão dos três cenários.

Tabela 4. Resumo da Conclusão de Viabilidade do Projeto em Estudo.

| VIABILIDADE | CENÁRIO 1 | CENÁRIO 2 | CENÁRIO 3 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Elo Industrial | viável | viável | Inviável |
| Elo Agrícola | inviável | viável | Viável |
| PROJETO | inviável | viável | Inviável |

A Figura 33 apresenta os caminhos da árvore de decisão apoiada pelo de cada um dos 3 cenários. É importante observar que a avaliação dos Cenários 1, 3 na árvore de decisão apresentada não conduz a um resultado final (folhas em verde) sobre a rejeição do projeto, visto que seria necessário ter certeza de que não há um preço para as matérias-primas de forma que ambos os elos fossem viáveis, a qual poderia

ser checada por meio de uma programação de otimização de resultados ou da ferramenta de análise de sensibilidade. Por outro lado o Cenário 2 caminha para uma das folhas “Aprovar Projeto”.

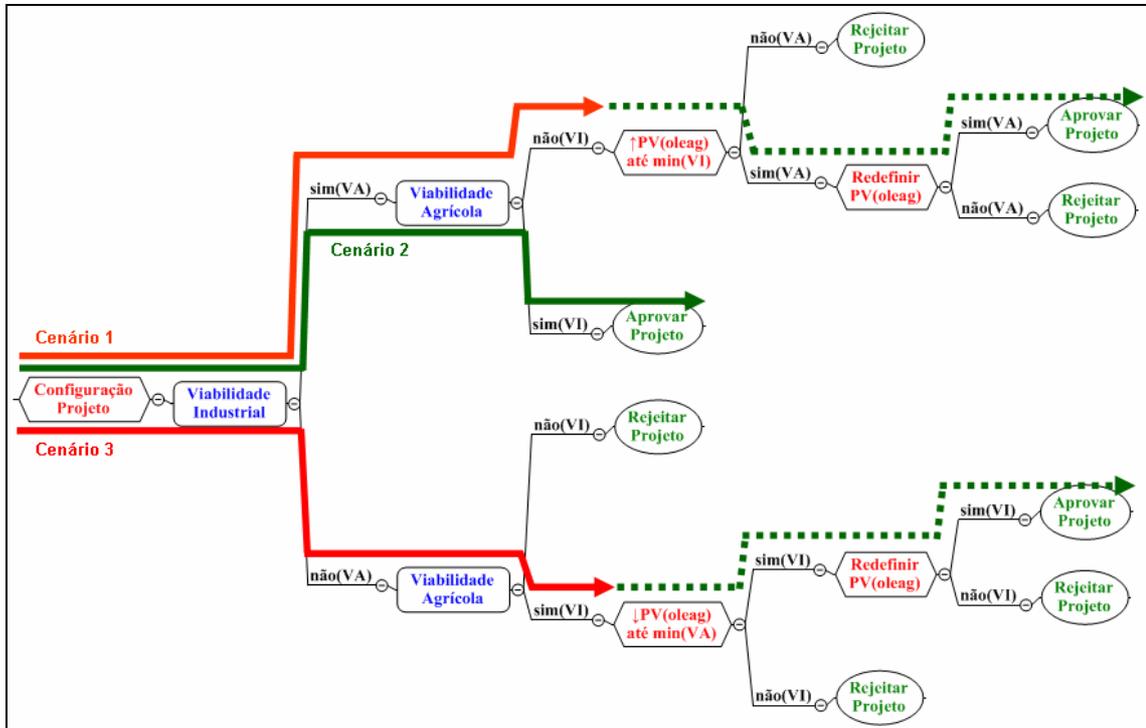


Figura 33. Caminhos das Tomadas de Decisão dos Cenários 1, 2, 3.

Como no Cenário 2 o projeto é viável, as análises de decisão dos nós “↑PV(oleag) até min(VI)” e “Redefinir PV(oleag)” para o Cenário 1, e “↓PV(oleag) até min(VA)” e “Redefinir PV(oleag)” para o Cenário 3 podem redefinir os preços da soja e do girassol (e até do farelo de soja), como definidos no Cenário 2, levando aos resultados ilustrados pelos caminhos tracejados na árvore de decisão da Figura 33.

Por fim, conforme a dinâmica dos projetos de investimento, a comprovação da sua viabilidade econômica não encerra o trabalho, sendo procedido pela construção do plano de negócio, o qual aborda mais profundamente a constituição jurídica, administrativa do mesmo e o plano de marketing do empreendimento, além de servir para comunicar a intenção do projeto aos agentes de fomento e principais parceiros.

6. CONCLUSÕES

Como resultado do protótipo proposto é importante destacar seu pioneirismo em proporcionar a avaliação concomitante de dois elos consecutivos em uma cadeia agroindustrial. O SADBioDiesel se justifica na agilidade em se analisar um conjunto de projetos, não necessitando ajustar/formatar planilhas para cada um dos projetos, em contraposição ao uso livre de um editor de planilhas eletrônicas.

O protótipo do SAD desenvolvido não traz nenhuma referência sobre a avaliação técnica desses projetos, carecendo que os mesmos, já estejam desenhados dos demais pontos de vista (tecnologia, legislação e meio ambiente, por exemplo). Entretanto, ao apresentar uma estrutura das informações necessárias ao estudo de viabilidade econômica dos projetos agroindustriais de biodiesel, ele direciona quais informações técnicas devem ser levantadas.

A árvore de decisão da avaliação de investimentos em projetos agroindustriais permitiu compreender os caminhos da marcha decisória que deveriam ser abrangidos pelo sistema; enquanto sua conceitualização através dos diagramas de fluxo de dados e do dicionário de dados facilitou em muito a implementação do protótipo.

Em relação aos trabalhos de Fernandes (1999), Silva & Fernandes (1999) e Silva et al (2003) o protótipo apresentado apresenta flexibilidade intermediária, sendo mais versátil em relação aos perfis SAAFI's, pela possibilidade de construção de projetos com capacidades, matérias-primas e tecnologias distintas, entretanto sendo mais restrito em relação ao SAFPRO e ao Agriventure, por estar focado na construção e análise de projetos agroindustriais específicos para a produção de biodiesel, diferentemente destes que permitem a avaliação de qualquer agroindústria.

Entre as vantagens de uso do protótipo encontra-se a utilização da sistematização das informações de entrada como roteiro para a elaboração do projeto técnico do empreendimento agroindustrial a ser avaliado; a agilidade na avaliação

econômica dos projetos de investimento, visto que os cálculos estão totalmente implementados; a possibilidade de edição de diferentes projetos com capacidades, matérias-primas e tecnologias distintas; a ampla utilização e a amigabilidade do MS Excel, permitindo fácil disseminação do protótipo.

Futuramente, outras ferramentas poderão ser incorporadas como: a análise de sensibilidade que permite avaliação dinâmica dos resultados frente a oscilações nos valores de variáveis chaves de entrada do projeto; a edição de cenários que permite a comparação do projeto sobre diferentes conjuntos de variáveis, ou mesmo de diferentes projetos presentes em um banco de dados de projetos; um sistema especialista que possa realizar a comparação de projetos distintos criados dentro do SADBioDiesel, classificando estes projetos em mais, menos e não atrativos, gerando até um sumário explicativo de tal ordenação; e modelos de otimização, através de programação linear, por exemplo, fazendo com que o sistema atinja a resposta ótima entre os preços de compra e venda das matérias-primas oleaginosas e dos produtos industriais, considerando-se nas restrições os indicadores agrícolas e industriais.

Por fim, espera-se que o SADBioDiesel motive o desenvolvimento de sistemas similares para apoiar a avaliação de outras cadeias produtivas de perfis agroindustriais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis; 2006. **Anuário Estatístico 2006: Tabela 3.3 – Vendas de óleo diesel, pelas distribuidoras, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 1996-2005**; disponível em: <http://www.anp.gov.br/doc/anuario2006/T3.3.xls>, acessado em 01/02/2006.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis; 2007a. **Volume de Produção de Biodiesel**; disponível em: http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Producao_de_biodiesel_m3.xls, acessado em 12/12/2007.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis; 2007b. **Capacidade Autorizada das Plantas Industriais**; disponível em: http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/capacidade_plantas.asp, acessado em 12/12/2007.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis; 2007c. **Leilões Públicos de Aquisição de Biodiesel**; disponível em: http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/leilao_biodiesel.asp, acessado em 12/12/2007.
- Anderson, J.R.; Dillon, J.L.; Hardacker, J.B.; 1977. **Agricultural Decision Analysis**; Ed. Science Press. EUA, 1977.
- Barros, G.S.C.; Silva, A.P.; Ponchio, L.A.; Alves, L.R.A.; Osaki, M.; Cenamo, M.; 2006. Custos de Produção de Biodiesel no Brasil. **Revista de Política Agrícola, jul-set/2006**; p. 36 – 50.
- Bailey, A.E.; **Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Vol. 4 – Edible Oil and Fat Products: Processing Technology**; 5ª Ed. by Y. H. Hui; USA, 1996.
- Batalha, M.O.; 2001. **Gestão Agroindustrial**, Ed. Atlas; São Paulo, 2001.
- Beltrão, N.E.M.; 2005. **Agronegócio das Oleaginosas no Brasil**; Informe Agropecuário V.26, N.229, 2005; p. 14-17.
- Bender, M.; 1999. Economic Feasibility Review for Community-Scale Farmer Cooperatives for Biodiesel. **Bioresource Technology, Volume 70, Issue 1**, (1999); p. 81 – 87.
- Bispo, C.A.F.; 1998. **Uma Análise da Nova Geração de Sistemas de Apoio à Decisão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). 174 f. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – POLI/USP. São Paulo, 1998.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social; 2007. **Seminário sobre Investimentos em Biodiesel**; disponível em http://www.bndes.gov.br/conhecimento/seminario/Biodiesel_BNDES.pdf; acessado em 20/01/2007.

- Brasil, 2004. **Biodiesel. O novo combustível do Brasil. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**; Folder. Brasília/DF, 2004; disponível em www.biodiesel.gov.br/docs/cartilha.pdf, acessado em 22/05/2005.
- Brasil; 2004. **Decreto nº. 5.297**, de 7 de dezembro de 2004. Presidência da República – Casa Civil.
- Brasil, 2005. **Lei nº. 11.097**, de 13 de janeiro de 2005. Presidência da República – Casa Civil.
- Clemen, R.T.; 1990. **Making Hard Decisions: an Introduction to Decision Analysis**. Duxbury Press, California, 1991.
- Clemente, A.; 2002. **Projetos Empresariais e Públicos**; 2ª Ed. Atlas; São Paulo, 2002.
- CONAB – Cia. Nacional de Abastecimento, 2005. **Metodologia de Cálculo de Custo de Produção**; disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>, acessado em 05/08/2005.
- Crutchfield, S.R., 1987. **Development and application of financial simulators for the fishing industry**. Computers and Electronics in Agriculture Volume 1, Issue 4, March 1987, Pages 309-319.
- Cugnasca, C.E.; 2006. **Técnicas de Desenvolvimento de Projetos baseados em Microprocessadores**. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; São Paulo, 2006; 16 p.
- Dhaliwal, R.B.; Bell, M.A.; Marcotte, P.; Morin, S., 2001. **Decision support systems (DSS): information technology in a changing world**. Mini Review. IRRI, Los Baños, Laguna, Philippines, 2001.
- Echeverria, B.; 1981. **Elaboração de Projetos Agropecuários: uma Introdução ao Desenvolvimento Agrícola**; Ed. Varas; São Paulo, 1981.
- Fernandes, A.R.; 1999. **Desenvolvimento do Protótipo Avançado de um Sistema de Apoio à Formulação e Avaliação de Projetos Agroindustriais**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFV; Viçosa, 1999; p. 103.
- Fonseca Filho, A.A.; 1998. **Protótipo de Sistema Multimídia para Apoio ao Gerenciamento da Qualidade Total em Laticínios**. Dissertação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFV; Viçosa, 1998; p. 98.
- Georgilakis, PS.; 2007. Decision Support System for Evaluating Transformer Investments in the Industrial Sector. **Journal of Materials Processing Technology 181 (2006) 307 – 312**.
- Haas, M.J.; McAloon, A.J.; Yee, W.C.; Foglia, T.A.; 2006. A Process Model to Estimate Biodiesel Production Costs. **Bioresource Technology, Volume 97, Issue 4, (2006); p. 671 – 678**.
- Holanda, A.; 2004. **Biodiesel e Inclusão Social**. Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica da Câmara dos Deputados; Brasília, 2004.
- Homem de Melo, F.; Fonseca, E.G. 1981. **PROÁLCOOL, Energia e Transportes**. Ed. Pioneira; São Paulo, 1981.
- Iturra, A.R., **Análise Histórica do Biodiesel no Brasil**, relatório apresentado ao Grupo de Trabalho Interministerial sobre Biodiesel, Casa Civil da Presidência da República, Brasília, setembro de 2003.

- Kanungo, S., Sharma, S., Jain, P. K., 2001. **Evaluation of a Decision Support System for Credit Management Decisions**. Decision Support Systems Volume 30, 2001, p. 419-436.
- Krieger, S.; Schiefer, G., 2005. **Decision support model for the optimization of quality systems in the agri-food industry**. 11th Seminar of the EAAE (European Association of Agricultural Economists). Copenhagen, Denmark, Aug/2005.
- Laudon, K.C.; 2004. **Sistemas de Informações Gerenciais: Administrando a Empresa Digital**; Tradução de Arlete Símile Marques; 1ª Ed. Prentice-Hall; São Paulo, 2004. 562 p.
- Hanna, M.F.; 1999. Biodiesel Production: a Review, **Bioresource Technology**, Vol. 70, 1999.
- Mazoyer, M.; Roudart, L. 2001. **História das Agriculturas do Mundo: do Neolítico à Crise Contemporânea**; Instituto Piaget; Lisboa, 2001. 520 p.
- MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário; 2005a. **Instrução Normativa n.º 01, de 05 de julho de 2005**; Brasília, 2005.
- MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário; 2005b. **Instrução Normativa n.º 02, de 05 de julho de 2005**; Brasília, 2005.
- MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário; 2007. **las Políticas para el Desarrollo de los Biocombustibles en Brasil**. Seminário Internacional hacia una Política Nacional de BioEnergia; disponível em <http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/0705912486.pdf>; acessado em 20/01/2007.
- Melnick, J.; 1972. **Manual de Projetos de Desenvolvimento Econômico**. Colaboração das Nações Unidas – I.L.P.E.S. Fórum Editora LTDA, 1972; p. 293.
- Miragaya, J.C.G.; 2005. Biodiesel: Tendências no Mundo e no Brasil; Informe Agropecuário V.26, N.229, 2005; p. 7-13.
- Moretto, E.; Alves, R.F.; 1986. **Óleos e Gorduras Vegetais: processamento e análises**, Editora da UFSC, Florianópolis, 1986.
- NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República; 2004. **Cadernos NAE, n.º 2: Biocombustíveis**. Brasília 2004.
- NBB – National Biodiesel Board; 2005; www.biodiesel.com acessado em 20/05/2005.
- Noronha, J.F.; 1998. **Projetos Agropecuários: administração Financeira, Orçamento e Viabilidade Econômica**; 2ª Ed. Atlas; São Paulo, 1998.
- Oliveira, L.B.; Costa, A.O.; 2002. Biodiesel: uma Experiência de Desenvolvimento Sustentável; In: Congresso Brasileiro de Energia, 2002, Rio de Janeiro; **Anais do IX Congresso Brasileiro de Energia, v. IV**; Rio de Janeiro: COPPE, 2002; p. 1772 – 1779.
- Parente Jr., E.; Branco, P.T.C.; 2004. **Análise Comparativa ente Etanol e Metanol visando sua Utilização como Coadjuvante Químico na Produção do Biodiesel**; Vídeo Conferência; Brasília 2004.
- Parente, E.J.S.; 2003. **Uma Aventura Tecnológica em um País Engraçado**. Fortaleza, 2003.
- Parker, C.; 2001. an Approach to Requirements Analysis for Decision Support Systems **Int. J. Human-Computer Studies (2001) 55**, p. 423 – 433.
- Pascual, L. M., Tan, R. R., 2004. **Comparative Life Cycle Assessment of Coconut Biodiesel and Conventional Diesel for Philippine Automotive Transportation**

- and Industrial Boiler Application.** Chemical Engineering Department, College of Engineering, De La Salle University – Manila, Philippines, 2004. 9 p.
- Peres, J.R.; 2003. **Oleaginosas para biocombustíveis**, Embrapa, 2003.
- Portal do Biodiesel; 2005. Disponível em www.biodiesel.gov.br; acessado dia 05/04/2005.
- Rabelo, I. D. **Estudo de desempenho de combustíveis convencionais associados à biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em fritura.** 2001. 112 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2001.
- Ragsdale C.T.; 1998. **Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: a Practical Introduction to Management Science**; 2ª Ed., South Western College Publishing; Cincinnati, 1981.
- Remer, D.S.; Nieto, A.P.; 1995a. a compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 1: net present value and rate of return methods; **Int. J. Production Economics 42 (1995)**; 79 – 96.
- Remer, D.S.; Nieto, A.P.; 1995b. a compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 2: ratio, payback, and accounting methods; **Int. J. Production Economics 42 (1995)**; 101 – 129.
- Resende Filho, M.A.; 1997. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Processo de Tomada de Decisão em Confinamento de Bovinos de Corte.** Dissertação (Mestrado em Economia Rural), Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- Rezende, J.L.P.; Oliveira, A.D.; 2001. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**; 1ª Ed. Editora UFV; Viçosa, 2001; 389 p.
- Rossetto, M; 2005. **Combustível Social.** Entrevista; Informe Agropecuário V.26, N.229, 2005; p. 4-5.
- Sá Filho, H.L.; Rotenberg, B; Albuquerque, S.F.; Mendonça, M.C.G.; Medeiros, P.R.S; 1979. Referências Históricas sobre o Uso de Óleos Vegetais como Combustíveis; **Informativo INT 12 (22)**, 1979; p. 29 – 40.
- Schuchardt, U.; Sercheli, R.; Vargas, R.M.; 1998. Transesterification of Vegetable Oils: a Review, **Journal of Brazilian Chemistry Society, Vol.9, No. 1**, 1998.
- Silva, C.A.B.; 1994. **Avaliação Financeira de Projetos com o Auxílio de Planilhas Eletrônicas.** Viçosa, 1994; p. 31.
- Silva, C.A.B.; Fernandes, A.R.; 1999. **Decision Support Systems for Small Scale Agroindustrial Investment Promotion in Rural Areas.** 2nd EFITA Conference, Germany, Bonn, 1999.
- Silva, C.A.B.; 2001a. **An Introduction to Agroindustrial Project Preparation and Evaluation, Part I: Project Preparation.** Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação; Roma, 2001; 66 p.
- Silva, C.A.B.; 2001b. **Introducción a la Preparación y Evaluación de Proyectos Agroindustriales Parte II: Evaluación Financiera.** Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação; Roma, 2001; 33 p.
- Silva, C.A.B.; Perez, R.; Fernandes, A.R.; Machado, J.V.; 2003. **Agriventure: A Decision Support System for Agroindustrial Project Preparation and Evaluation.** EFITA Conference, Hungary, 2003.

- Siskos, Y.; Zopounidis, C.; Pouliezios, A.; 1994. an integrated DSS for financing firms by an industrial development bank in Greece. **Decision Support Systems, Volume 12, Issue 2**, (1994); p. 151 – 168.
- Sodja, R.S.; Empirical Evaluation of Decision Support Systems: Needs, Definitions, Potential Methods, and an Example pertaining to Waterfowl Management; **Environmental Modelling & Software 22 (2007)**; p. 269 – 277.
- Sonnino, A., 1994. **Agricultural biomass production is an energy option for the future**. Renewable Energy. Volume 5, Issues 5-8, August 1994, p. 857-865
- Souza, A.; Clemente, A.; 1998. **Análise Econômico-Financeira de Projetos. Projetos Empresariais e Públicos**. São Paulo, 1998; p. 341.
- Souza, A.; 1997. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. São Paulo, 1997; p. 142.
- Tapasvi, D.; Wiesenborn, D.; Gustafson, C.; 2004. **Process Modeling Approach for Evaluating the Economic Feasibility of Biodiesel Production**. Paper written for presentation at the 2004 North Central ASAE/CSAE Conference, Winnipeg, Manitoba, Canada, September 24-25, 2004.
- Turban, E.; Aronson, J. E., 2001. **Decision Support Systems and Intelligent Systems**. 6th Ed. Prentice-Hall. New Jersey, 2001. 890p.
- Turban, E.; 2004. **Tecnologia da Informação para Gestão**; Tradução de Renata Schinke; 3^a Ed. Bookman; Porto Alegre, 2004.
- Turban, E.; 2005. **Administração da Tecnologia da Informação: Teoria e Prática**; Tradução de Daniel Viera; 3^a Ed. Elsevier; Rio de Janeiro, 2005. 618 p.
- Tyson, K.S.; **Biodiesel Handling and Use Guidelines**; National Renewable Energy Laboratory; Golden, 2001.
- Ugarte, D.G.T; Ray, D.E.; 2000. biomass and bioenergy applications of the POLYSYS modeling framework. **Biomass and Bioenergy, Volume 18, Issue 4**, (2000); p 291 – 308.
- USEPA – United States Environmental Protection Agency; 2002. **a Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions**, Draft Technical Report. EPA420-P-02-001, Washington, 2002.
- Van Dyne, D.L., Weber, J.A.; Braschler, C.H.; 1996. **Macroeconomics Effects of a Community based Biodiesel Production System**; Department of Agricultural Economics; Columbia, 1996.
- Woiler, S.; Mathias, W.F.; 1992. **Projetos: Planejamento, Elaboração e Análise**; 1^a Ed. Editora Atlas; São Paulo, 1992; 294 p.
- Yordon, E.; 1992. **Análise Estruturada Moderna**; 2^a Ed. Editora Campus; Rio de Janeiro, 1992; 836 p.

8. APÊNDICES

A) PARTE DO DICIONÁRIO DE DADOS

| Variável | Unidade | Local | Descrição |
|---|-----------------|--------------------|---|
| Horizonte de Planejamento do Projeto | Ano | Configuração Geral | Representa o ciclo de vida do projeto. Impacta o número de ciclos do fluxo de caixa dos elos industrial e agrícola. |
| Taxas Mínimas de Atratividade | % ao ano | Configuração Geral | Representa o percentual mínimo de remuneração sobre o investimento. Impacta os indicadores VPL e TRC do respectivo elo produtivo. |
| Capacidade Nominal de Produção | L/ano biodiesel | Configuração Geral | Representa a quantidade máxima da produção diária de biodiesel. Impacta toda a orçamentação industrial, o tamanho do elo agrícola e o custo unitário de produção de biodiesel. |
| Número de Dias de Operação Anual | Dias/ano | Configuração Geral | Junto com a capacidade nominal, expressa a capacidade nominal anual industrial. Impacta toda a orçamentação industrial, o tamanho do elo agrícola e o custo unitário de produção de biodiesel. |
| Número de Turnos Diários de Trabalho | Turnos/dia | Configuração Geral | Representa o regime de turno da mão-de-obra operacional da unidade industrial. Impacta a orçamentação do custo variável do elo industrial. |
| Número de Meses de Operação Anual | Meses/ano | Configuração Geral | Representa o número de meses operação da unidade industrial. Impacta a orçamentação do custo fixo do elo industrial. |
| Alíquota do Imposto de Renda Industrial | % | Configuração Geral | Representa a alíquota do imposto de renda sobre o lucro tributável. Impacta o montante do imposto de renda do fluxo de caixa industrial. |

| Variável | Unidade | Local | Descrição |
|--|--------------------------|-------------------|--|
| Matérias-Primas | | Matéria-Prima | Representa o cadastro das matérias-primas da produção de biodiesel. Admite-se até duas matérias-primas com origem no elo agrícola do projeto, mais uma externa ao projeto. Seu cadastro compõe as variáveis: coeficiente de conversão, preço de venda, produtividade esperada, escalonamento da produtividade e tributação do biodiesel. As matérias-primas com origem no projeto relacionam com ambos os elos do projeto. |
| Coeficiente de Conversão | kg(MP)/L biodiesel | Matéria-Prima | Representa a relação entre a quantidade necessária de matéria-prima para a produção de uma unidade de biodiesel. Impacta a orçamentação do custo variável industrial e da receita agrícola. |
| Preço de Venda | R\$/kg MP | Matéria-Prima | Representa o valor unitário de aquisição da matéria-prima. Impacta a orçamentação do custo variável industrial e da receita agrícola. |
| Produtividade Esperada | kg/ha/ano unid/ha/ano | Matéria-Prima | Representa a produtividade das atividades agrícolas do projeto (matérias-primas e atividades associadas). Impacta a orçamentação do custo variável industrial e da receita agrícola. |
| Escalonamento da Produtividade | % | Matéria-Prima | Representa o escalonamento ao longo do horizonte do projeto da produtividade esperada. Impacta os fluxos de caixa industrial (custo e receita) e agrícola (receita). |
| Tributação | R\$/L biodiesel | Matéria-Prima | Representa a soma das alíquotas dos impostos PIS/PASEP e COFINS, conforme o Decreto 5.297/2004. Impacta a orçamentação do custo variável do elo industrial. |
| Participação na Produção de Biodiesel | % | Sistema Produtivo | Representa o percentual sobre a capacidade nominal de biodiesel oriundo de cada matéria-prima. Impacta a orçamentação do custo variável e da receita do elo industrial, da receita agrícola e o tamanho do elo agrícola. |
| Área dos Sistemas Produtivos | Hectare | Sistema Produtivo | Representa a área de cada sistema produtivo do projeto, a ser definida com base na estimativa da necessidade de área das culturas. Impacta a orçamentação, bem como a estrutura do elo agrícola. |
| Tamanho Médio da Área Plantada por Família | ha/família | Sistema Produtivo | Representa a área média plantada por família das culturas agrícolas do projeto. |

| Variável | Unidade | Local | Descrição |
|--|----------------|---------------------------|---|
| Escalonamento da Implantação dos Sistemas Produtivos | % | Escalonamento do Projeto | Representa o escalonamento ao longo do horizonte de planejamento da implantação das áreas de produção agrícola. Impacta os fluxos de caixa do elo agrícola. |
| Escalonamento da Capacidade Nominal de Produção Industrial | % | Escalonamento do Projeto | Representa o escalonamento ao longo do horizonte de planejamento da produção efetiva da unidade industrial, com base no escalonamento da produtividade das matérias-primas e da implantação do elo agrícola. Impacta o fluxo de caixa do elo industrial (custo e receita). |
| Escalonamento dos Investimentos Industriais | % | Escalonamento do Projeto | Representa o escalonamento ao longo do horizonte do capital de investimento no elo industrial Impacta o fluxo de caixa do elo industrial (investimento e juros do financiamento). |
| Plano | | | Representa a linha de crédito contratada para os diferentes itens financiáveis. |
| Carência | Anos | Financiamento | Representa o prazo para o início do pagamento das prestações. Impacta o fluxo de investimento e de caixa do respectivo elo agrícola. |
| Amortização | Anos | Financiamento | Representa o número de período em que ocorrerá a amortização do financiamento. Impacta o fluxo de investimento e de caixa (juros) do respectivo elo agrícola. |
| Juros + del Credere | % ao ano | Financiamento | Representa a taxa de juros por período pela tomada do crédito. Impacta o fluxo de investimento e de caixa (juros) do respectivo elo agrícola. |
| Participação | % | Financiamento | Representa a porcentagem do montante capital do investimento a ser financiada. Impacta o fluxo de investimento e de caixa (juros) do respectivo elo agrícola. |
| Orçamentação dos Elos Produtivos do Projeto | | | A orçamentação dos elos é composta pelas receitas, custos e investimentos de cada elo, sendo composto pelos pares coeficiente de produção e preço unitário de cada item orçado. Impacta os respectivos itens investimento, receita e custo do fluxo de caixa dos respectivos elos. |
| 1. Produto Principal | | Receita do Elo Industrial | Representa a orçamentação da receita do biodiesel. |
| 2. Sub-Produtos | | Receita do Elo Industrial | Representa a orçamentação da receita com produtos secundários – glicerina, tortas e farelos e outros, como etanol hidratado. |

| Variável | Unidade | Local | Descrição |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|--|
| Matéria-Prima | | Custo Variável do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo variável com a aquisição de matéria-prima, previamente já cadastradas. |
| Insumos | | Custo Variável do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo variável com a aquisição de insumos industriais a serem cadastrados. |
| Tributação e Logística | | Custo Variável do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo variável com tributação e logística dos produtos industriais e das matérias-primas. |
| Mão-de-obra Operacional | | Custo Variável do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo variável com a remuneração dos operários de “chão de fábrica”. |
| Outros Custos Variáveis | | Custo Variável do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo variável com possíveis despesas variáveis adicionais que devam ser considerados. |
| Administrativos | | Custo Fixo do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo fixo com mão-de-obra e demais despesas administrativas. |
| Depreciação, Manutenção & Seguro | | Custo Fixo do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo fixo com depreciação, manutenção e seguro dos bens de capital da unidade industrial. |
| Outros Custos Fixos | | Custo Fixo do Elo Industrial | Representa a orçamentação do custo fixo com possíveis despesas fixas a serem cadastradas. |
| Capital de Giro | | Investimento do Elo Industrial | Representa o montante de capital necessário para o funcionamento da unidade industrial por determinado período de tempo sem interrupção. |
| Matéria-prima | Dias | Investimento do Elo Industrial | Representa o capital necessário para o estoque em dias das matérias-primas. |
| Insumos | Dias | Investimento do Elo Industrial | Representa o capital necessário para o estoque em dias dos insumos. |
| Produtos Acabados | Dias | Investimento do Elo Industrial | Representa o custo variável e fixo para a quantidade em dias dos produtos em estoque. |
| Vendas à Prazo | Dias | Investimento do Elo Industrial | Representa o custo variável e fixo da produção dos produtos durante o prazo para o pagamento das vendas. |
| Reserva de Caixa | Meses | Investimento do Elo Industrial | Representa o capital necessário para honrar os salários dos funcionários pelo período determinado. |
| Desconto Bancário | % | Investimento do Elo Industrial | Representa o percentual do total das promissórias das vendas a prazo, a ser descontado (adiantado) no banco. |
| Taxa de Desconto Bancário | % | Investimento do Elo Industrial | Representa o custo do desconto bancário. Impacta o custo total da produção de biodiesel. |

| Variável | Unidade | Local | Descrição |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|--|
| Obras Cíveis & Benfeitorias | | Investimento do Elo Industrial | Correspondem as instalações físicas da Unidade Industrial |
| Equipamentos | | Investimento do Elo Industrial | Compreendem os maquinários de processamento industrial – reatores, moinhos, tubulações, bombas, etc., juntamente com as utilidades como caldeira, sistema de proteção de incêndio e com os custos com projeto. |
| Operações Familiares | | Custo Variável do Elo Agrícola | Representa o trabalho da família na produção agrícola das matérias-primas e suas atividades associadas. Normalmente expressa em diárias, seu valor é somado com o lucro das atividades rurais para compor a renda familiar. |
| Operações de Terceiros | | Custo Variável do Elo Agrícola | Representa as contratações de serviços de terceiros para a produção agrícola. |
| Insumos | | Custo Variável do Elo Agrícola | Representa os custos com os insumos utilizados na produção do Elo Agrícola. |
| Obras Cíveis e Benfeitorias | | Investimento do Elo Agrícola | Correspondem à infra-estrutura física necessária, como galpões de armazenamento de produtos, maquinários, equipamentos e insumos, sede administrativa e unidades de beneficiamento. |
| Máquinas Agrícolas | | Investimento do Elo Agrícola | Compreendem a aquisição de maquinários e equipamentos destinados à produção agrícola, até mesmo no caso da tração animal, |
| Preparo do Terreno | | Investimento do Elo Agrícola | Representam a compra da terra de cultivo, seu desmatamento, correção do solo, |
| Investimento Total | R\$ | Resultados | Representa a soma dos investimentos em ativos fixos (obras cíveis e equipamentos) e no capital de giro, a serem desembolsados para a implantação e manutenção do projeto pelo período do horizonte de planejamento. |
| Valor Presente Líquido | R\$ | Resultados | Representa a estimativa do “valor de venda” do projeto no momento da sua implantação. Calculado com base nos fluxos de caixa líquido do projeto descontado segundo a taxa mínima de atratividade (TMA). |
| Taxa Interna de Retorno | % ao ano | Resultados | Representa a estimativa da remuneração percentual do projeto ao longo do horizonte de planejamento. Calculado com base nos fluxos de caixa líquido do projeto. |

| Variável | Unidade | Local | Descrição |
|---|-------------------------------|--------------|---|
| Tempo de Retorno de Capital | Ano | Resultados | Representa a estimativa do tempo para que os investimentos sejam pagos pelo acúmulo dos lucros. Calculado com base no somatório dos fluxos de caixa líquido do projeto descontado segundo a taxa mínima de atratividade (TMA). |
| Ponto de Equilíbrio | Percentual capacidade nominal | Resultados | Representa a estimativa do percentual de produção para que o lucro bruto seja nulo. |
| Custo de Produção de Biodiesel | R\$/L biodiesel | Resultados | Representa a estimativa do custo para a produção de uma unidade de biodiesel. Calculado pela soma dos custos de produção deduzida da soma das receitas dos subprodutos. |
| Custo de Produção da Atividade Agrícola | R\$/unid produto agrícola | Resultados | Representa a estimativa do custo para a produção de uma unidade de cada produto agrícola (atividade associada e matéria-prima). Calculado pela soma do custo agrícola da atividade dividido pela sua produtividade esperada. |
| Número de Famílias Atendidas | | Resultados | Representa a estimativa do número de famílias envolvidas no elo agrícola. Calculado pela área dos sistemas produtivos dividido pelas respectivas áreas médias de plantio por família. |
| Renda Mensal da Família | R\$/mês/fa mília | Resultados | Representa a estimativa da média da renda mensal de cada família. Calculada pela diferença entre a receita de venda das matérias-primas e atividades secundárias pelos seus respectivos custos de produção, somados com a remuneração mensal do trabalho familiar nos cultivos. |
| Lucro Anual por Área | R\$/ano/ha | Resultados | Representa a estimativa do lucro por unidade de área. Calculado pela diferença entre os somatórios da receita e do custo dos produtos agrícolas por hectare. |