UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP – FEA – IEE – IF

FELIPE TEIXEIRA FAVARO

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: UMA NOVA ABORDAGEM DO DENDÊ COM O APROVEITAMENTO DA BIOMASSA RESIDUAL PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA

SÃO PAULO
2011

FELIPE TEIXEIRA FAVARO

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: UMA NOVA ABORDAGEM DO DENDÊ COM O APROVEITAMENTO DA BIOMASSA RESIDUAL PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Escola Politécnica / Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de Física) para obtenção do título de Mestre em Energia.

Orientação: Prof[a.] Dr[a.] Virginia Parente

São Paulo

2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Favaro, Felipe Teixeira.
Desenvolvimento sustentável na Amazônia: uma nova abordagem do dendê com o aproveitamento da biomassa residual para a geração de energia / Felipe Teixeira Favaro; orientadora Virginia Parente de Barros – São Paulo, 2011.
159f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia)– EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

1. Energia de Biomassa 2. Desenvolvimento Sustentável. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

EP – FEA – IEE - IF

FELIPE TEIXEIRA FAVARO

"Desenvolvimento sustentável na Amazônia: uma nova abordagem do dendê com o aproveitamento da biomassa residual para a geração de energia"

Dissertação aprovada pela Comissão Julgadora:

Profª Drª Virgínia Parente – PPGE/USP
Orientadora e Presidente da Comissão Julgadora

Profª Drª Carla Kazue Nakao Cavaliero - UNICAMP

Prof. Dr. André Felipe Simões – EACH/USP

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, não poderia deixar de agradecer pela saúde e pela paz presente na maior parte da minha família, amigos, colegas, professores e demais pessoas ao meu redor.

Aos meus pais Deborah e Valter, pelo exemplo de pessoas que são, sempre me tratando com muito carinho, dedicação, incentivo e harmonia. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Nathália e Thomaz, por serem fonte de inspiração, pelo companheirismo, pelo amor e pelas preciosas dicas.

À minha orientadora, Dra. Virginia Parente, pela atenção, dedicação experiência e conhecimentos transmitidos.

Ao colega Orlando Cristiano da Silva, pelos conselhos na elaboração desta dissertação.

Ao grande amigo e colega, Rafael Puglieri, pela imensa paciência, dedicação e suporte desde a infância.

À família Gerry Lopez, pela companhia dentro e fora da água.

Ao antigo professor e amigo, Roberto Kerr, pelas risadas e pelo incentivo ao estudo.

A Eduardo Grytz e Humberto Matsuda, por todas as lições, amizade e pelo apoio.

Aos professores e funcionários do IEE/USP, por todo o auxílio, incentivo e conhecimento, e também aos demais colegas por serem fontes de inspiração.

Por fim, mas não menos importante, eu agradeço a Netuno por proporcionar um fenômeno lindo, divertido e energizante. Sem suas ondas não teria a menor graça!

A todos, SARAVÁ!

RESUMO

FAVARO, Felipe Teixeira. **Desenvolvimento sustentável na Amazônia: uma nova abordagem do dendê com o aproveitamento da biomassa residual para a geração de energia. 2011.** 159 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Este trabalho analisa a possibilidade de plantio sustentável de dendê (*Elaeis guineensis*) e o uso de sua biomassa residual como combustível em uma usina termelétrica para o provimento de energia elétrica em parte do Sistema Isolado, ao sul do Estado de Roraima. Para isso são conjugadas: a análise financeira, os aspectos sociais e as questões ambientais. Parte-se da definição das áreas necessárias para o plantio do dendê e para a instalação da indústria de extração dos óleos de palma e palmiste, associada a uma usina termelétrica movida à biomassa residual de dendê. Em seguida, procede-se a análise financeira, na qual é considerada a venda dos óleos de palma e de palmiste para a indústria alimentícia e de cosméticos, enquanto a biomassa residual (cachos de frutas vazios, cascas e fibras) é utilizada como combustível um uma usina termelétrica de 10MW de potência. A análise conjunta destas atividades indica que é possível obter uma taxa interna de retorno próxima a 16,71% ao ano e um valor presente líquido de R$ 46,9 milhões quando utilizada uma taxa de desconto de 15% ao ano, para um investimento total de R$ 491,5 milhões. Pelo fato de a região analisada estar localizada no Sistema Isolado, foi incorporado ao fluxo de caixa a sub-rogação dos benefícios da Conta Consumo de Combustível. Além de provar-se economicamente viável, no quesito ambiental, o trabalho realiza uma análise quantitativa da redução de emissões de gases de efeito estufa decorrente da substituição das termelétricas a óleo Diesel prevalentes na região pela biomassa residual do dendê. Tal plantio resulta em uma redução de aproximadamente 444 mil toneladas de CO_2, assim como promove a recuperação de 28.888 mil hectares de terras degradadas. A análise social, por sua vez, indica que o plantio de dendê permite que cerca de 2.888 famílias permaneçam próximas às suas terras de origem, trabalhando em atividades apropriadas para o bioma amazônico e com uma geração de renda anual de R$ 5.800 somente com o plantio do dendê.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Viabilidade, Biomassa Residual Dendê, Geração Eletricidade, Redução Emissões CO_2

ABSTRACT

FAVARO, Felipe Teixeira. **Sustainable development in the Amazon region: a new approach with the use of palm oil biomass waste to generate energy. 2011.** 159 f. Master's Dissertation – Graduate Program on Energy, Universidade de São Paulo, 2011.

This study examines the viability of a sustainable project with the production of palm (*Elaeis guineensis*) to supply oil to food or cosmetic industries and the use of the residual biomass as a biofuel by a power plant. The biofuel side of the project aims the provision of electricity in part of the so called Isolated System, in southern Roraima. The analysis combines a financial approach, with social and environmental concerns. The starting point is the definition of the area size for planting the crop and fitting the assumptions of the industries (palm oil mill and biomass-fired power plant). In the procedures it is considered the palm oil and palm kernel oil sales for the food and cosmetics industries, while the residual biomass (empty fruit bunches, shells and fiber) is used as a fuel in a thermoelectric power plant. The analysis points to an internal rate of return close to 16,7% and a net present value of US$27.6 million, using a discount rate of 15% per year, for an investment of US$ 280 million. In environmental perspective, the quantitative analysis points to the reduction in emissions of greenhouse gases from the displacement of the Diesel powered plants, quite common in the region, by residual biomass powered one. Such displacement results in a reduction of approximately 444 thousand tons of CO_2, as well as the recovery of 28,888 hectare of deforested areas. In social perspective, the project allows approximately 2,888 families to remain close to their homeland, working in appropriated activities for the local biome, obtaining US$3,400 per year only with palm plantation.

Keywords: Sustainable Development, Feasibility, Palm Oil Biomass waste, Electricity Generation, CO_2 Emission Reduction

Sumário

1. INTRODUÇÃO 1

1.1 OBJETIVOS 6
1.2 QUESTÃO CENTRAL E HIPÓTESE 7
1.3 METODOLOGIA 11
1.4 ESTRUTURA CAPITULAR 14

2. REVISÃO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DENDÊ (PALMA AFRICANA) 16

2.1 O DENDÊ OU PALMA AFRICANA 23
2.2 CARACTERÍSTICAS DO ÓLEO DE PALMA E DE PALMISTE 29
2.3 PANORAMA ATUAL DO DENDÊ 33
2.4 COGERAÇÃO NAS USINAS DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE PALMA 41
2.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 2 43

3. REVISÃO SOBRE O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO E CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO AMAZÔNICA 46

3.1 OS SISTEMAS ELÉTRICOS ISOLADOS DA REGIÃO NORTE 48
3.2 O SISTEMA ELÉTRICO ISOLADO DO ESTADO DE RORAIMA 52
3.3 ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS CARACTERÍSTICOS DO ESTADO DE RORAIMA 55
3.4 A CONTA CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (CCC) 60
3.5 FONTES DE RECURSOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO NORTE 64
3.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 3 66

4. REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO 68

4.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO 68
4.1.1 TOMADA DE DECISÃO 70
4.1.2 EXISTÊNCIA DE PROJETOS ALTERNATIVOS 70
4.2 TAXA INTERNA DE RETORNO 71
4.2.1 TOMADA DE DECISÃO 73
4.2.2 EXISTÊNCIA DE PROJETOS ALTERNATIVOS 74
4.3 RELAÇÃO ENTRE A TIR E O VPL 75
4.4 ANÁLISE DE RISCOS 78
4.5 APLICANDO A CASOS CONCRETOS 81
4.5.1 PRIMEIRO CASO CONCRETO 81
4.5.2 SEGUNDO CASO CONCRETO 84
4.5.3 TERCEIRO CASO CONCRETO 87
4.5.4 QUARTO CASO CONCRETO 89
4.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 4 90

5. ANÁLISE E RESULTADOS 92

5.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO – ESTUDO DE CASO 92
5.2 ANÁLISE E RESULTADOS FINANCEIROS, AMBIENTAIS E SOCIAIS 102

6. CONCLUSÕES 112

6.1 RECOMENDAÇÕES 115

REFERÊNCIAS 116

APÊNDICE I 125

APÊNDICE II 137

Lista de Figuras

FIGURA 1 – MAPAS COMPARATIVOS: ACESSO À ENERGIA ELÉTRICA VERSUS IDH NO BRASIL (EM 2000) 4

FIGURA 2 – ESQUEMA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SEUS TRÊS PILARES INTERDEPENDENTES 5

FIGURA 3 – RELAÇÃO INPUT E OUTPUT DE ENERGIA PARA ALGUMAS PLANTAÇÕES 10

FIGURA 4 – O FRUTO DO DENDÊ E DE ONDE SÃO EXTRAÍDOS OS ÓLEOS DE PALMA E DE PALMISTE 24

FIGURA 5 – PROCESSOS DE PRODUÇÃO DOS ÓLEOS DE PALMA E DE PALMISTE 29

FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA PRODUÇÃO DE CACHOS (% EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO ANUAL) 31

FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DE MASSA DA EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS DE PALMA E DE PALMISTE (EM %) 32

FIGURA 8 – DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS AGRÍCOLAS NO MUNDO UTILIZADAS PARA PLANTIO DE ÓLEOS VEGETAIS NA SAFRA 2008/2009 ... 34

FIGURA 9 – DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE ÓLEOS VEGETAIS NA SAFRA 2008/2009 34

FIGURA 10 – EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PALMA NO MUNDO 35

FIGURA 11 – EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PALMISTE NO MUNDO 36

FIGURA 12 – CONSUMO DE ÓLEO DE PALMA POR FINALIDADE 38

FIGURA 13 – CONSUMO DE ÓLEO DE PALMA E DE PALMISTE POR REGIÃO 39

FIGURA 14 – PARTICIPAÇÃO NO MERCADO DO SISTEMA ISOLADO DA AMAZÔNIA (DEZEMBRO/2010) 50

FIGURA 15 – BALANÇO DE ENERGIA DO ESTADO DE RORAIMA (MW MÉDIO) 54

FIGURA 16 – DISTRIBUIÇÃO DO DESMATAMENTO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE RORAIMA ATÉ 2006 55

FIGURA 17 – ÁREA DESMATADA ACUMULADA EM RORAIMA 1978-2007 (KM^2) 57

FIGURA 18 – TOTAL DE ÁREA DESMATADA NO SUL DE RORAIMA (2000-2008) 58

FIGURA 19 – AS ETAPAS DA FASE AGRÍCOLA E SUAS RESPECTIVAS DURAÇÕES 93

FIGURA 20 – AS FASES DE PRÉ-VIVEIRO, VIVEIRO E PLANTIO, QUANTIDADES DE SEMENTES E ÁREA PLANTADA 94

FIGURA 21 – PRINCIPAIS CUSTOS PROJETADOS DA FASE DE PLANTIO DO DENDÊ 95

FIGURA 22 – ÁREA PLANTADA E PRODUTIVIDADE DO DENDÊ AO LONGO DOS ANOS 96

FIGURA 23 – QUANTIDADE TOTAL PRODUZIDA DE ÓLEO DE PALMA E PALMISTE E RESPECTIVA PRODUTIVIDADE 97

FIGURA 24 – QUANTIDADE TOTAL PRODUZIDA DE ÓLEO DE PALMA E PALMISTE E RESPECTIVA PRODUTIVIDADE 98

FIGURA 25 – RECEITA PROVENIENTE DA COMERCIALIZAÇÃO DOS ÓLEOS DE PALMA E DE PALMISTE 99

FIGURA 26 – CÁLCULO DA BIOMASSA RESIDUAL "SECA" GERADA E UTILIZADA COMO COMBUSTÍVEL NA UTE 100

FIGURA 27 – PRODUÇÃO AGRÍCOLA, NECESSIDADE DE BIOMASSA DA UTE E MARGEM DE SEGURANÇA 101

FIGURA 28 – ILUSTRAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA PROJETADO DO PROJETO AGROINDUSTRIAL DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS 103

FIGURA 29 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO DA USINA TERMELÉTRICA (UTE) 104

FIGURA 30 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO DO PROJETO DE FORMA INTEGRADA (AGROINDÚSTRIA E USINA TERMELÉTRICA) 105

FIGURA 31 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO PROJETO (EM R$ MILHÕES) 106

FIGURA 32 – EMISSÕES DA LINHA DE BASE, EMISSÕES DO PROJETO E A REDUÇÃO NA EMISSÃO DE CO_2 109

FIGURA 33 – CÁLCULO DA GERAÇÃO DE EMPREGO SOMENTE COM O PLANTIO E CULTIVO DA PALMA 110

FIGURA 34 – CÁLCULO DA GERAÇÃO DE RENDA FAMILIAR SOMENTE COM O PLANTIO E CULTIVO DA PALMA 110

Lista de Tabelas

TABELA 1 – COMPARAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DAS PRINCIPAIS OLEAGINOSAS 25

TABELA 2 – DISPONIBILIDADE DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS ANIMAIS NO BRASIL (2007/2008) – EM MIL TONELADAS 39

TABELA 3 – ÁREA PLANTADA E PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PALMA NO BRASIL 41

TABELA 4 – EMPREENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM OPERAÇÃO 47

TABELA 5 – EMPREENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM CONSTRUÇÃO 48

TABELA 6 – EMPREENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA OUTORGADOS ENTRE 1998 E 2010, QUE NÃO INICIARAM SUA CONSTRUÇÃO 48

TABELA 7 – A COMPOSIÇÃO DO SISTEMA ISOLADO BRASILEIRO (DEZEMBRO/2010) 50

TABELA 8 – COMPARAÇÃO DA GERAÇÃO TÉRMICA NO SISTEMA ISOLADO - 2009 X 2010 (MW MÉDIO) 51

TABELA 9 – CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS NO SISTEMA ISOLADO - 2009 X 2010 52

TABELA 10 – CARGA PRÓPRIA DOS SISTEMAS DA CERR 54

TABELA 11 – ASPECTOS SOCIAIS DE ALGUNS MUNICÍPIOS DO SUL DO ESTADO 59

1. INTRODUÇÃO

Graças a seu extenso e privilegiado território, o Brasil se destaca do resto do mundo quando o assunto é geração de energia elétrica, pois utiliza predominantemente fontes renováveis. De fato, no ano de 2009, segundo o MME (2010a), 82,5% da energia elétrica utilizada no país advinha de recursos renováveis, com destaque para a hidroeletricidade, que, sozinha, foi responsável por 76,9% (sem contar a energia importada, que correspondeu a 8,1%). Isto faz com que o Brasil esteja bastante à frente de países como os Estados Unidos, no qual apenas 8,0% da energia elétrica são produzidas por fontes renováveis (EIA, 2010), e também da média mundial, que é de 18,7% (IEA, 2010).

Do ponto de vista da geografia da geração de energia elétrica no Brasil, importa assinalar que o sistema elétrico brasileiro é composto por duas bases distintas: o Sistema Interligado Nacional (SIN) e o Sistema Isolado. O SIN tem porte continental, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. Ele é responsável por aproximadamente 96,6% de toda a capacidade de produção de energia elétrica do país e conecta as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e uma pequena parte da região Norte. Já o Sistema Isolado é composto pelas localidades não conectadas ao SIN, principalmente nos estados do Acre, do Amazonas, de Rondônia e do Amapá, além de parte do Pará e Roraima, Estado onde se situa a região que é analisada nesta dissertação.

Uma contradição chama a atenção: a de que justamente numa região rica em biomassa e bacias hidrográficas – que são fontes de energias renováveis – como é a Região Norte do país, seja esta a região que, comparativamente às demais, utiliza mais fontes não renováveis na geração de energia elétrica. Este é o caso dos geradores à Diesel, tão comuns na região. O desafio da matriz elétrica brasileira não reside em ser uma das mais renováveis, mais em permanecer uma das mais renováveis a despeito das pressões advindas do crescimento econômico de um país cuja produção é tão energointensiva (PARENTE, 2010).

Roraima possuía em abril de 2011, segundo a ANEEL (2011a), 75 empreendimentos de produção de energia elétrica em operação. Tais empreendimentos

respondem por, aproximadamente, 123 *megawatt* (MW) de potência e apenas dois deles utilizam recursos renováveis, totalizando 10 MW de potência. Os demais empreendimentos, por atenderem a pequenos grupos de consumidores dispersos ao longo de toda a Região Amazônica, utilizam pequenas unidades geradoras movidas a óleo Diesel que totalizam, aproximadamente, 113 MW de potência.

A Companhia Energética de Roraima (CERR) é a concessionária responsável pela geração (predominantemente térmica a óleo Diesel) e pela distribuição dessa energia a 88 sub-regiões do interior de Roraima, que atendem a aproximadamente 14,2% da demanda total de energia elétrica do Estado. Segundo Pereira et al (2010), estas pequenas unidades geradoras produzem energia elétrica a um custo superior e com uma qualidade inferior a outras formas de geração no país.

O custo superior a que se refere Pereira et al (2010) pode ser entendido em conjunto com La Rovere et al (2004), pois os autores argumentam que, como o suprimento de energia elétrica no Sistema Isolado da Região Norte do Brasil é baseado na utilização de geradores movidos a óleo Diesel, o consumo deste combustível incorpora não apenas a sua destinação para a produção da energia elétrica. Com efeito, parte desse combustível é utilizada para o transporte do mesmo até essas regiões, o que é realizado através de barcos e caminhões. Assim, o consumo total é bastante superior ao volume necessário de óleo Diesel para produzir apenas a energia elétrica[1].

Em certas regiões isoladas, o Diesel chega a custar o triplo do preço cobrado pelos fornecedores nos centros urbanos mais próximos, já que é acrescentado o custo do transporte do mesmo até estas regiões (PERALTA et al, 2009). Para contornar essa situação, Ushima (2003) aponta como alternativa viável a utilização de unidades produtoras de energia elétrica de pequeno porte e descentralizadas. O autor sugere, adicionalmente, que elas operem com combustíveis regionais e localmente disponíveis, utilizando, por exemplo, a vasta gama de biomassas encontrada na região.

[1] Segundo Bacellar et al (2010), existem situações nas quais o transporte de cada litro de óleo Diesel consumiu o equivalente a três litros de óleo Diesel.

Cavaliero et al (2005) corroboram e complementam o apontamento de Ushima (2003) no sentido de que, com o crescimento do mercado de energia elétrica, agravado pela dificuldade em atender satisfatoriamente a demanda energética através de grandes usinas de energia, existe uma motivação importante para a utilização de geração descentralizada (ou geração distribuída). Tal geração deveria utilizar fontes renováveis alternativas, como forma de se atender a necessidades de crescimento da região.

Nota-se ainda que, em regiões isoladas, resíduos de atividades agrícolas (galhos, folhas, etc.) e florestais (serragem, cavaco de madeira, etc.) são grandes fontes de biomassa moderna que podem ser utilizadas como combustível para a geração de energia elétrica (LA ROVERE et al, 2004). Isso poderia ser feito, de acordo com La Rovere et al (2004), com tecnologias convencionais e disponíveis no país, como a gaseificação e a utilização de ciclos de vapor de pequena escala.

Já a qualidade inferior, apontada por Pereira et al (2010), é devida às externalidades negativas que a utilização de uma fonte não renovável, de origem fóssil, como o óleo Diesel, traz para a sociedade e para o meio ambiente, tanto em nível local, quanto regional e global[2].

Adicionalmente, o transporte do combustível até regiões isoladas, além de encarecer o mesmo, traz uma preocupação adicional, que é a segurança no abastecimento do energético. De fato, persiste a preocupação e uma cara logística para que as populações destes sistemas não fiquem sem energia elétrica e consigam manter seus padrões de consumo.

Isto é importante na medida em que o acesso à energia elétrica proporciona um aumento na qualidade de vida das pessoas. Segundo GNESD (2004), o acesso à energia entre as regiões do Brasil varia consideravelmente, sendo os estados conectados ao SIN os que apresentam o maior nível de eletrificação. Estas observações podem ser

[2] Exemplos de impactos ambientais em nível local, regional e global são: poluição atmosférica, chuva ácida e aquecimento global, respectivamente (VILLANUEVA, 1998).

verificadas quando se compara o acesso a este tipo de serviço com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)[3].

A Figura 1 apresenta esta comparação, evidenciando a forte correlação existente entre a exclusão elétrica e o grau de desenvolvimento. É possível observar que, na Região Norte – onde se localiza o Sistema Isolado –, diversos municípios possuem um IDH bastante baixo, sendo inclusive um dos menores do Brasil. Assim, fica evidente que a falta de energia é um empecilho para o desenvolvimento.

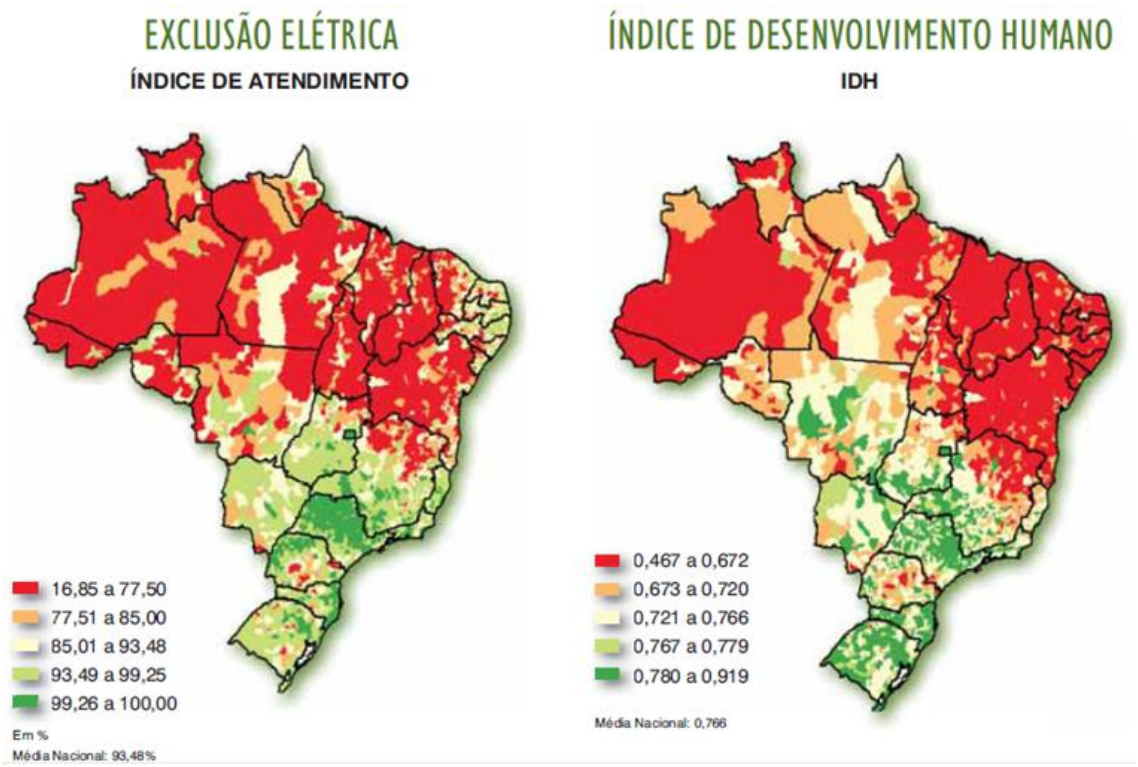

Figura 1 – Mapas Comparativos: Acesso à energia elétrica versus IDH no Brasil, em 2000

Fonte: Atlas Desenvolvimento Humano (2000) apud MME (2010b).

Desta forma, percebe-se que a região analisada precisa melhorar tanto no quesito acesso à eletricidade quanto na maneira como a energia elétrica é produzida. Isso porque o atual modo com que a energia elétrica é produzida acaba por representar uma dificuldade para o desenvolvimento mais sustentável da região (PEREIRA et al, 2010).

[3] O IDH é um índice que busca medir o desenvolvimento dos países combinando indicadores de expectativa de vida, grau de escolaridade e renda per capta (UNDP, 2011).

O desenvolvimento sustentável é definido por WCED (1987) como sendo a capacidade de satisfazer as necessidades da geração presente, sem que isto impeça as gerações futuras de atenderem a própria necessidade. A Organização das Nações Unidas (ONU), através do *The United Nations 2005 World Summit Outcome Document*, complementou indicando que os três pilares do desenvolvimento sustentável – o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ambiental – necessitam ser interdependentes e se reforçar mutuamente (U.N., 2005).

Adams (2006) concorda e aponta que qualquer projeto só é considerado sustentável caso contemple o desenvolvimento econômico e social e a conservação ambiental. Caso tenha somente o desenvolvimento social e econômico, o projeto tende a repartir a riqueza sem considerar a conservação ambiental, enquanto caso tenha o retorno econômico e a conservação do meio ambiente, o projeto tende ser apenas viável. Nesse contexto, a Figura 2 apresenta esta interdependência entre os três pilares, indicando as classificações de projetos.

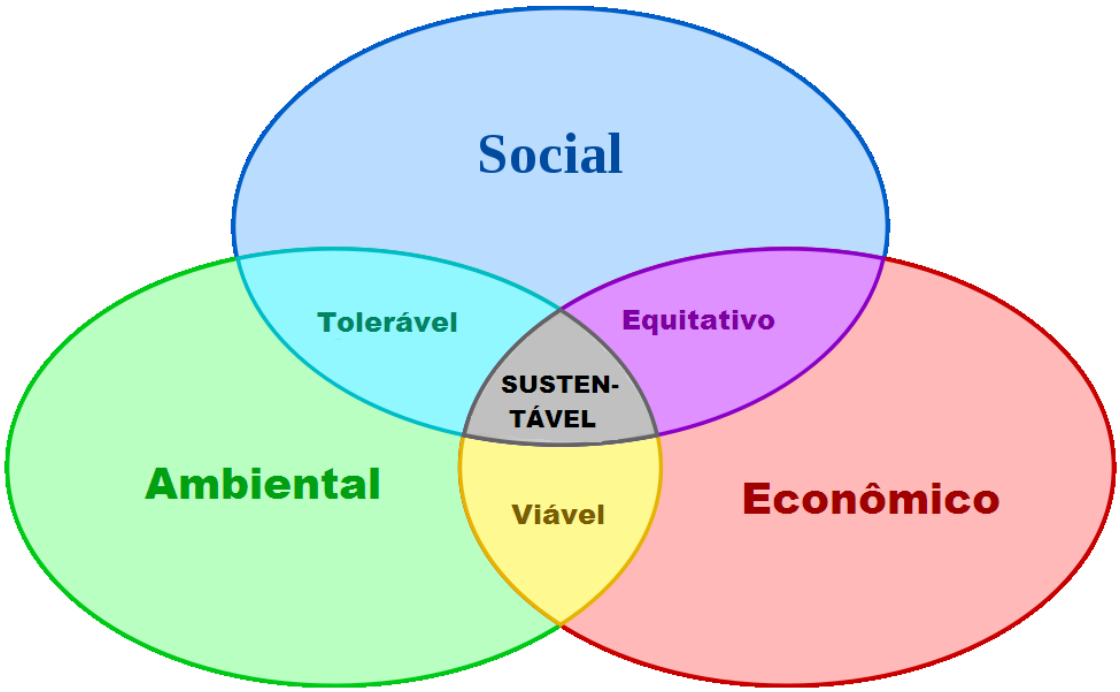

Figura 2 – Esquema do desenvolvimento sustentável e seus três pilares interdependentes

Fonte: Adams (2006).

Assim, focando um desenvolvimento sustentável na região, este trabalho tem como propósito principal verificar os três pilares da sustentabilidade do plantio e cultivo

do dendê em terras degradadas da Região Amazônica, em conjunto com a comercialização do óleo de palma para a indústria de alimentos e a utilização da biomassa residual como combustível de usina termelétrica.

1.1 Objetivos

O objetivo central dessa dissertação é analisar a viabilidade econômica e as possíveis consequências sociais e ambientais da exploração comercial do dendê (*Elaeis guineensis*) em terras degradadas na região sul do estado de Roraima, comercializando os óleos de palma e palmiste para a indústria de alimentos e utilizando a biomassa residual como combustível para cogeração em uma usina termelétrica de 10 *megawatt* (MW) de potência.

Este objetivo se desdobra em mais seis objetivos específicos:

(1) Revisar a literatura sobre desenvolvimento sustentável com foco no plantio do dendê e extração dos óleos de palma e de palmiste, juntamente com o panorama atual do dendê no mundo e o estado da arte da cogeração em usinas movidas à biomassa advinda do dendê;

(2) Apresentar um breve panorama do atual estado do sistema elétrico brasileiro, com atenção especial ao Sistema Isolado da Região Norte e, principalmente, aos sistemas do estado de Roraima, a seus aspectos ambientais e socioeconômicos, assim como a Conta Consumo de Combustível e as principais fontes de recursos disponíveis para o desenvolvimento da região;

(3) Realizar uma revisão teórica sobre a avaliação de investimentos, com foco no Valor Presente Líquido (VPL) e na Taxa Interna de Retorno (TIR), suas peculiaridades como instrumentos de tomada de decisão na aceitação ou rejeição de projetos e também na comparação de projetos alternativos, explorando a relação entre a TIR e o VPL, assim como procedendo a análise de riscos;

(4) Elaborar um modelo econômico-financeiro que integre a etapa agrícola do plantio do dendê, a etapa industrial de extração de óleos de palma e de palmiste, e a operação de uma usina termelétrica (10 MW) movida à biomassa residual de dendê, para fornecer energia elétrica a alguns municípios isolados no sul do estado de Roraima;

(5) Calcular a diferença entre as emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE) que seriam emitidos com a manutenção da atual geração termelétrica a Diesel e que passarão a ser emitidas com a execução deste projeto, verificando se houve aumento ou diminuição da emissão de GEE;

(6) Verificar o impacto social que um projeto desta natureza teria para a população local, através do cálculo da geração de empregos e renda na região de atuação do projeto.

1.2 Questão Central e Hipótese

Diversos estudos sobre a geração de energia na Amazônia foram realizados nos últimos 20 anos. Os principais temas englobados foram o atendimento às comunidades que se encontram dentro do Sistema Isolado, o crescimento do consumo de eletricidade neste sistema e, também, a expansão do acesso à energia elétrica. Alguns dos principais trabalhos realizados com estes temas foram elaborados por Souza (2000), Morante Trigoso (2004), La Rovere et al (2004) e Bitar et al (2009).

La Rovere et al (2004) sugerem que o acesso à energia elétrica em zonas pobres e afastadas dos grandes centros consumidores deve ser feito de forma descentralizada, uma vez que a conexão destas áreas através de redes de transmissão e distribuição não é viável economicamente. A partir das condições apresentadas, esses autores afirmam que existe uma excelente oportunidade de se utilizar fontes renováveis nestas regiões. Eles ainda acrescentam que os benefícios sociais e econômicos devem ser maximizados através de execução de atividades locais sustentáveis.

Apesar de o sistema isolado da Região Amazônica estar em um local com grande quantidade e variedade de fontes renováveis de energia como a biomassa e os recursos hídricos, a população que vive nestas áreas frequentemente recebe pouca energia elétrica, que é gerada de forma insustentável, através de pequenos geradores a óleo Diesel. Segundo Bitar et al (2009), esta circunstância estimula a migração de pessoas para as grandes cidades. Essa migração, por sua vez, apesar de permitir um maior acesso ao serviço de energia elétrica, traz um aumento da dificuldade de sobrevivência para estes migrantes, que na maioria das vezes possuem uma qualificação inferior.

Bitar et al (2009) acreditam que não apenas os custos de suprimento de energia elétrica nestas áreas devem ser considerados. Junto a esta análise devem ser verificados aspectos sociais, como a capacidade de aumentar a qualidade de vida da população local. Neste quesito devem ser considerados o investimento social e a criação de empregos e renda, além da retenção da população na sua terra de origem.

Tentando encontrar uma alternativa a este quadro, diversos estudos foram feitos destacando o potencial para a produção de biodiesel – um biocombustível – na região, para servir como combustível nas atuais termelétricas existentes, que atualmente utilizam como combustível o óleo Diesel. É possível citar o trabalho de Santos (2008), que analisou o potencial do biodiesel de dendê para a geração elétrica no sistema isolado da Amazônia. Estudo semelhante foi desenvolvido por Sumathi et al (2008), porém para a Malásia, segundo maior produtor de óleo de palma do mundo.

O biodiesel produzido a partir do óleo de palma, assim como de outros óleos – tais como a soja, o girassol, a mamona, o amendoim, o coco, o babaçu, a canola, entre outros – é considerado biodiesel de primeira geração. Já o biodiesel produzido a partir da transformação da lignocelulose contida na biomassa é considerado de segunda geração. Exemplos de biodiesel de segunda geração são provenientes da *jatropha* e de micro-algas (TIMILSINA et al, 2010).

Enquanto o biodiesel de primeira geração é excludente, ou seja, a sua produção impede a utilização do óleo para a alimentação, o biodiesel de segunda geração possui a capacidade de gerar o combustível somente a partir da biomassa produzida, o que

permite a utilização do óleo para fins alimentícios. Porém, segundo Timilsina et al (2010), enquanto o biodiesel de primeira geração já é produzido em escala comercial em diversos países, o de segunda geração ainda não alcançou este patamar e ainda é feito em pequena escala, com algumas exceções, como o plantio da *jatropha* na Índia.

Porém, com o aumento da produção de biocombustíveis em todo o mundo, começaram a aparecer diversas críticas sobre a sustentabilidade dos mesmos. A principal é sobre a competição entre o uso da terra para a produção de alimentos e para a produção de biocombustíveis. Evans et al (2010) apontam ser esta competição o ponto central a ser resolvido, apesar de possuir outras questões importantes que dependem do tipo de plantação e como e por que ela é cultivada, além da tecnologia a ser utilizada e da forma como a energia gerada é distribuída. Isto porque, os agricultores, visando obter um maior lucro a partir de um mesmo pedaço de terra, comparam a sua lucratividade produzindo alimentos com a da produção de biocombustíveis. Outros trabalhos que analisaram este conflito foram elaborados por Escobar et al (2009), Ewing et al (2009), Tirado et al (2010), Ajanovic (2010), Timilsina et al (2010), Rathmann et al (2010), Wang (2011), entre outros.

Porém, por ser uma cultura perene de 25 anos, cultivada próxima ao Equador, o dendê consegue absorver na biomassa e nos frutos, através da fotossíntese, uma quantidade de energia química superior à quantidade de energia necessária durante o período de plantação (BAZMI, 2011).

A Figura 3 apresenta de forma comparativa a relação entre energia requerida (*input*) e energia produzida (*output*) do dendê, da soja e da canola. É possível observar que o óleo de palma é consideravelmente mais eficiente que as outras plantas no quesito produção de energia química pela fotossíntese, proporcionando 2,6 vezes mais energia por hectare que a canola e 3,6 vezes em relação à soja. Além disso, seu *input* é menor que as das outras oleaginosas.

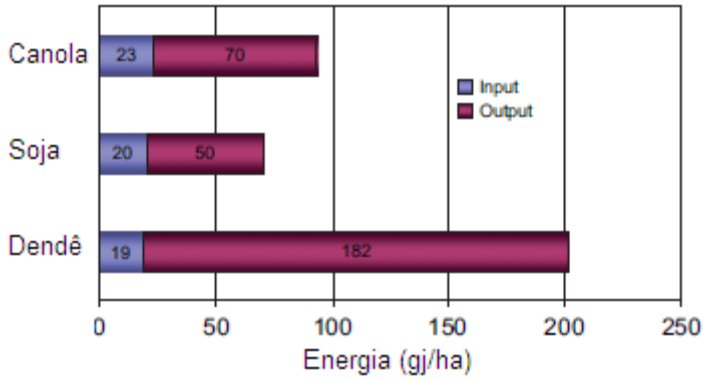

Figura 3 – Relação input e output de energia para algumas plantações

Fonte: Sumathi et al (2008).

Desta forma, é possível observar que o dendê é uma importante fonte de energia, que deve ser aproveitada para a geração descentralizada de energia elétrica, localizada próxima aos centros consumidores, com capacidade para satisfazer a demanda local. Bazmi (2011) indica que, nas usinas de produção de eletricidade a partir dos resíduos da extração dos óleos de palma e de palmiste, normalmente se faz o uso de técnicas de combustão direta da biomassa. Apesar da baixa eficiência existente nestas usinas, nos últimos cinco anos isso vem sofrendo substanciais alterações. Atualmente, a remoção das cinzas é feita mecanicamente ao invés de manualmente, e também já é possível utilizar os cachos de frutas vazios como combustíveis na caldeira, juntamente com as fibras e as cascas, o que aumenta a eficiência da mesma.

Segundo Bazni (2011), as indústrias de óleo de palma na Malásia e na Indonésia têm um enorme potencial para cogeração através de usinas termelétricas de alta pressão, com potência anual estimada em 8.000 e 5.000 GWh, respectivamente. Sabendo do potencial para a produção desta oleaginosa na Região Amazônica e da predominante geração a óleo Diesel no Sistema Isolado, além das características socioeconômicas e ambientais da região, é interessante saber se o dendê poderia ajudar o Brasil a reduzir as desigualdades no acesso à energia e, ao mesmo tempo, aumentar a participação de fontes renováveis na matriz energética.

Neste contexto, a questão central da dissertação é:

A exploração comercial do dendê em terras degradadas na região sul do estado de Roraima, comercializando os óleos de palma e palmiste para a indústria de

alimentos e utilizando a biomassa residual como combustível para cogeração em usina termelétrica de 10 MW de potência, é viável economicamente e pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da região?

Desta forma, a hipótese a ser testada é:

A exploração comercial do dendê em terras degradadas na região sul do estado de Roraima, comercializando os óleos de palma e palmiste para a indústria de alimentos e utilizando a biomassa residual como combustível para cogeração em usina termelétrica de 10 MW de potência, é viável economicamente e contribui para o desenvolvimento sustentável da região.

1.3 Metodologia

Para a realização do presente estudo, foi elaborado um modelo econômico-financeiro para duas unidades de negócio em separado, detalhando as principais características de cada um. Depois, foi elaborado um fluxo de caixa em conjunto com o objetivo de verificar o resultado financeiro de forma consolidada.

A primeira unidade de negócio elaborada envolveu parte agrícola, com o plantio sustentável de 28.888 hectares (ha) da espécie *Elaeis Guineensis*, mundialmente conhecida como palma africana, e no Brasil, por dendê, no sul do estado de Roraima, na latitude aproximada de 1ºN (um grau norte). Para tal, foram utilizados os princípios e critérios para a produção sustentável de óleo de palma, elaborado pela *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO) no ano de 2007.

A RSPO é uma organização sem fins lucrativos formada em 2004, que une sete *stakeholders* (atores-chave) da cadeia do óleo de palma com o objetivo de desenvolver e implementar padrões globais críveis para que o óleo de palma seja produzido de forma sustentável e com maior interação entre os *stakeholders*. O trabalho buscou seguir todos os princípios indicados pela RSPO (2007). Dentre os quais estão:

- Compromisso com a transparência;

- Conformidade com as leis e normas aplicáveis;
- Compromisso com a viabilidade financeira e econômica no longo prazo;
- Uso de melhores práticas de produção por produtores e processadores;
- Responsabilidade ambiental e conservação de recursos naturais e biodiversidade;
- Responsabilidade social com os funcionários, indivíduos e comunidades afetadas pela produção e processamento da palma;
- Desenvolvimento responsável de novos plantios;
- Compromisso com a melhoria contínua de áreas-chave das atividades.

Além de seguir os princípios acima mencionados, a presente análise utilizou-se de informações sobre o plantio da palma existentes na literatura. Dentre os trabalhos consultados para a formação de premissas que servem de sustentação ao modelo de análise elaborado estão Silva (1997), Vianna (2006), Santos (2008), Villela (2009), entre outros.

O modelo desenvolvido da parte agrícola serviu de base para o desenvolvimento das duas próximas etapas, que são a indústria de extração de óleos e a usina termelétrica. Isto porque o conjunto das operações de plantio e extração de óleos possibilita o aproveitamento do subproduto (biomassa residual) gerado após a extração dos óleos de palma e de palmiste, como combustível para cogeração – energia térmica e elétrica – em usina termelétrica.

Para a elaboração do modelo econômico-financeiro destas duas etapas, foi necessário o contato telefônico com fornecedores de equipamentos e insumos, e também com pessoas que trabalham ou trabalharam em pelo menos uma destas duas unidades de produção. Isto se mostrou necessário para uma estimativa mais apurada de todos os custos e despesas de ambas as unidades produtivas, uma vez que estes dados não são facilmente encontrados em bases científicas.

Após a elaboração dos modelos econômico-financeiro das etapas de plantio e extração de óleo e da usina termelétrica, foi possível mensurar o retorno financeiro dos projetos como um todo, juntamente com aspectos sociais como a geração de empregos e renda. Para a mensuração do retorno financeiro do projeto, foi elaborado um fluxo de caixa para todos os anos de atividade do projeto com o intuito de calcular a Taxa Interna de Retorno (TIR) para o mesmo. Com a obtenção deste dado, foi elaborada uma análise de sensibilidade com o Valor Presente Líquido (VPL) que o projeto teria caso fossem utilizadas taxas de desconto próximas à TIR.

Por fim, para verificar a quantidade de gases de efeito estufa (GEE) deixados de emitir com a implantação do projeto de plantio e extração de óleo de palma e de palmiste e de cogeração em usina termelétrica, buscou-se utilizar uma metodologia aprovada pelo Comitê Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto. Após análise de todas as metodologias disponíveis, optou-se pela Metodologia de Pequena Escala AMS-I.C.-18 ("*Thermal energy production with or without electricity --- Version 18*"), pois foi entendido que esta era a mais adequada para se avaliar a substituição da geração a óleo Diesel por uma usina termelétrica com potência de 10 MW, movida a biomassa residual resultante do processo de extração de óleo de palma.

De acordo com esta metodologia, o cálculo da redução das emissões é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \qquad \text{(equação 1.1)}$$

Onde:

ER_y = Redução das emissões no ano y (em tCO_2e);

BE_y = Emissões da linha de base no ano *y* (em tCO_2e);

PE_y = Emissões do projeto no ano *y* (em tCO_2);

LE_y = Emissões provenientes de perdas no ano *y* (em tCO_2);

Como no presente estudo o combustível fóssil é substituído por uma fonte renovável, o cálculo da linha de base das emissões de GEE consiste na fórmula apresentada a seguir:

$$BE_{captelec,y} = (EG_{captelec,PJ,y} / \eta_{BL,captive\ plant}) * EF_{BL,FF,CO_2} \quad \text{(equação 1.2)}$$

Onde:

$BE_{captelec,y}$ = Emissões da linha de base evitada com a implantação do projeto para o ano *y* (em tCO_2);

$EG_{captelec,PJ,y}$ = Quantidade de energia elétrica produzida pelo projeto durante o ano *y* (em MWh);

$EF_{BL,FF,CO2}$ = Fator de emissão do combustível fóssil que seria utilizado na ausência do projeto, obtido em fontes locais ou nacionais quando disponível. Caso contrário, deve-se utilizar o fator de emissão definido pelo IPCC (em tCO_2/MWh)

$\eta_{BL,captive\ plant}$ = Eficiência da planta movida a combustível fóssil na ausência do projeto em operação.

Como o presente estudo estuda a substituição de um combustível fóssil por um renovável, foram consideradas para o cálculo da emissão do projeto as emissões provenientes do uso de caminhões para o transporte dos cachos de frutas frescos (CFF) retirados das plantas até a indústria de extração de óleos.

1.4 Estrutura Capitular

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, além desta introdução. Este primeiro capítulo introduziu o tema desenvolvido pela presente dissertação, assim como apresentou o objetivo geral e os objetivos específicos, a questão central juntamente com a hipótese a ser testada e também a metodologia utilizada para testar a hipótese.

O Capítulo 2 realiza uma revisão sobre desenvolvimento sustentável com o objetivo de discutir o potencial de sua contribuição ao futuro da humanidade, além de

entender como este projeto pode contribuir para o desenvolvimento social, ambiental e econômico de parte do Sistema Isolado da Região Amazônica. É apresentada também a cultura do dendê, um pouco de sua história, suas características, as condições edafoclimáticas propícias, assim como o estado atual da sua produção e consumo no mundo, entre outras informações relevantes acerca do mesmo.

O Capítulo 3 apresenta uma revisão sobre o Sistema Elétrico Brasileiro, com ênfase no Sistema Isolado, suas peculiaridades, características, dificuldades, assim como características ambientais e socioeconômicas da região atualizadas. Também são apresentadas algumas das principais fontes de recursos para projetos desenvolvidos na região, tal como a Conta Consumo de Combustível (CCC).

No Capítulo 4 são apresentados os principais métodos para a avaliação de projetos de investimento, com atenção especial ao Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno, assim como a relação entre ambos. Este capítulo inclui ainda a análise de riscos inerentes a projetos de investimento e estudos na área de energia que fizeram uso destes métodos.

No Capítulo 5 são apresentadas as premissas para a elaboração do projeto e os resultados, realçando questões como criação de emprego e geração de renda, quantidade de emissões evitadas de GEE e retorno financeiro para os investidores. As conclusões e recomendações são apresentadas no sexto e último capítulo.

2. REVISÃO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DENDÊ (PALMA AFRICANA)

O Clube de Roma era uma organização formada por economistas, cientistas e chefes de Estado, representando os cinco continentes. Apesar de ter sido formado em 1968, este clube somente se tornou amplamente conhecido a partir de 1972, com o lançamento do relatório intitulado "Os Limites do Crescimento" (THE CLUB OF ROME, 2010).

O referido "clube" tinha como objetivo melhorar o futuro da sociedade através da identificação das principais preocupações da humanidade (energia, poluição, saneamento, saúde, meio ambiente, tecnologia, entre outros), buscando soluções que posteriormente seriam comunicadas aos responsáveis pelas tomadas de decisões, tanto da parte pública, quanto da privada, assim como para o público em geral (MEADOWS et al, 1972). A recuperação dos países da Europa pós II Guerra Mundial, através do uso exagerado de combustíveis fósseis e de dólares, também foi bastante discutido nesta organização.

Ainda no início da década de 1970, a Organização das Nações Unidas (ONU), mais precisamente em junho de 1972, realizou a Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente Humano, com representantes de 113 países, para tratar de problemas relacionados ao meio ambiente. Ao final dessa conferência, inédita até então, elaborou-se uma declaração que considerou a necessidade de perspectivas e princípios comuns a todos os países e populações que servissem de inspiração para nortear a preservação e melhoria da qualidade do meio ambiente (DECLARATION, 2010).

Esse evento foi importante porque conseguiu evidenciar, dentre outros aspectos, os problemas ambientais e a sua relação com a saúde humana no mundo, mostrando que o desenvolvimento é dependente de energia. Após tal evento, diversas publicações e conferências internacionais começaram a acontecer, abordando assuntos relacionados com energia, ambiente e desenvolvimento, tendo como principais o *Energy Charter Protocol* e a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança Climática

(CQNUMC) ou, em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*.

O UNFCCC produziu um tratado ambiental internacional com o objetivo de, segundo UNFCCC (2011), estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antropogênica que gere consequencias drásticas para o clima da Terra. Desde 1995, é realizado um encontro anual chamado de Conferência das Partes (*Conferences on the Parties*, COP), que tem por objetivo avaliar os progressos no combate à mudança climática e, a partir de 1997, negociar o Protocolo de Kyoto para estabelecer obrigações juridicamente vinculadas para os países desenvolvidos reduzirem suas emissões de GEE (CLIMATE LEADERS, 2011).

Em outubro de 2006, um estudo solicitado pelo governo britânico sobre os efeitos que a mudança climática teria na economia mundial nos próximos 50 anos foi apresentado ao público e ficou conhecido como Relatório *Stern*, em referência ao nome do economista que o produziu, *Sir Nicholas Stern*. Este relatório possui aproximadamente 700 páginas e, apesar de não ser o primeiro, é significativo por ser o maior, mais conhecido e discutido entre seus pares (CAIRNCROSS, 2006).

O conceito de desenvolvimento sustentável, ou sustentabilidade, somente foi definido em 1987 por WCED (1987), como sendo a capacidade de a geração atual satisfazer as suas necessidades sem que isso represente uma ameaça para as necessidades das gerações futuras. Esta definição ficou contida no "Relatório *Brundtland*" e reforça uma visão crítica sobre a forma de desenvolvimento adotado pelos países desenvolvidos, enfatizando os riscos da utilização dos recursos naturais sem considerar a capacidade de renovação dos mesmos.

Este relatório, a despeito de ter sido feito em 1987, já mostrava uma postura bastante agressiva no sentido de que ocorresse uma mudança no modelo de desenvolvimento econômico que estava acontecendo naquele determinado período. Com o passar dos anos, cada vez mais o termo desenvolvimento sustentável vem sendo utilizado para discutir a necessidade e urgência dos seres humanos em encontrar uma forma de adequar o seu desenvolvimento econômico ao meio ambiente. Para suprir esta

necessidade, deve-se migrar para um crescimento que privilegie a sustentação da base de recursos naturais, permitindo a renovação e assegurando a perpetuação da espécie humana em todo o planeta (WCED, 1987).

Como os assuntos ambientais ligados à energia, tanto da extração de recursos naturais para a transformação em combustíveis quanto da conversão de energia em eletricidade, sua distribuição e seus usos, são bastante complexos, governos e empresas tradicionalmente os colocaram de lado. Porém, principalmente devido a um grande movimento mundial em prol de uma maior utilização de recursos naturais renováveis, este quadro vem sofrendo alterações em âmbito governamental e privado.

Os recursos naturais podem ser renováveis ou não renováveis. Treia (2010) define o conceito de fonte renovável como sendo qualquer recurso energético que seja derivado diretamente do sol e naturalmente regenerado a uma taxa maior que a taxa de utilização dos mesmos pelos seres humanos. O aproveitamento direto do sol pode ser direta na forma térmica (fotoquímica e fotoelétrica) ou indireta, como utilizando vento, hidrelétrica e energia fotossintética armazenada em biomassa, ou mesmo de outros movimentos naturais do ambiente, como geotérmico e o das marés, não incluindo os recursos energéticos derivados de combustíveis fósseis, produtos de restos de fontes fósseis ou restos de fontes inorgânicas.

Segundo Goldemberg (2002) e Schaeffer et al (2004), as energias renováveis vêm ganhando cada vez mais importância tanto no Brasil quanto no mundo devido a outros fatores além da sua capacidade de fomentar o desenvolvimento sustentável. Alguns dos principais fatores apontados pelos autores são: i) busca pela redução da dependência externa dos combustíveis fósseis; b) desvalorização da moeda corrente; iii) instabilidade política dos países produtores de petróleo; e iv) limitações ambientais.

A forma como a energia elétrica é gerada, juntamente com sua intensidade energética, indica muito sobre um determinado país. Segundo Goldemberg e Lucon (2007), diferentemente das sociedades primitivas, que utilizavam a lenha das florestas para cocção e aquecimento a um custo praticamente nulo, atualmente a sociedade paga um preço bastante elevado para manter os atuais níveis de produção e consumo de

energia. Isto porque, principalmente após a Revolução Industrial[4], foi necessária uma maior utilização de combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás para acompanhar o crescimento populacional. Junto a isso, o desenvolvimento tecnológico trouxe novas tecnologias que permitem aumentar o conforto e a comodidade dos seres humanos.

A Revolução Industrial foi um período de grandes mudanças na agricultura, na indústria, no transporte e na mineração, com um grande avanço tecnológico, que teve um profundo efeito sobre as condições socioeconômicas e culturais da época. Um dos grandes avanços tecnológicos que deu origem à Revolução Industrial na segunda metade do século XVIII foi a invenção da máquina a vapor estacionária, que se refletiu em mudanças nas indústrias e permitiu o desenvolvimento da mineração como fornecedor do combustível fóssil utilizado nestas máquinas (ASHTON, 1997).

A consequência ambiental desta maior utilização dos combustíveis fósseis foi o aumento da poluição atmosférica, uma vez que durante a combustão destes são liberados diversos gases, provenientes das diversas reações químicas exotérmicas do processo de combustão. A poluição atmosférica é caracterizada pela alteração das condições consideradas normais, assim como pelo agravamento dos problemas ambientais já existentes. Seus efeitos se manifestam de diversas maneiras (local, regional e globalmente), ou através de alterações na saúde dos seres humanos, na fauna e nos materiais, na flora, nas propriedades da atmosfera, no aumento do efeito estufa[5], na acidez das águas, entre outros (VILLANUEVA, 1998).

Adicionalmente, as preocupações ambientais por parte dos governos, empresas estão cada vez mais voltadas para seus impactos sobre o meio ambiente, percebendo que

---

[4] A Revolução Industrial foi um período entre os séculos XVIII e XIX onde ocorreram grandes mudanças em todos os setores da economia e que tiveram um impacto profundo nas condições socioeconômicas e culturais da época (ASHTON, 1997).

[5] O efeito estufa é um processo pelo qual a radiação térmica de uma superfície planetária é absorvida por gases e emitida em todas as direções. Como a radiação volta para a superfície, a energia é transferida para a superfície e para a atmosfera, e como resultado, a temperatura interna do planeta fica maior do que seria se a radiação solar fosse o único mecanismo de aquecimento. O efeito estufa antrópico é proveniente do aumento da concentração dos gases que causam este efeito, através da queima de combustíveis fósseis, da produção de cimento e do desmatamento (IPCC, 2007).

estes não podem ser mais vistos como simples externalidades[6] do seu negócio. Existe um entendimento de que, no futuro, inevitavelmente, estes impactos irão afetar a lucratividade das empresas. Empresas pertencentes ao *E7 Group*[7], por exemplo, já possuem em seu estatuto político uma forte defesa e incentivo para promover questões ambientais, o que acaba por destacar a convicção de que a melhoria ambiental não é só uma política social, mas uma boa "propaganda" para as grandes empresas do setor de energia (BARDOUILLE et al, 2000).

A biomassa, por depender somente da energia solar e das condições edafoclimáticas[8], aparece como um recurso energético importante para o atendimento da demanda da sociedade moderna de forma sustentável. Sua utilização é possível tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento, uma vez que este é um recurso natural renovável e dispõe de diversas tecnologias para sua transformação em energia elétrica (DEMIRBAS et al, 2009).

Porém, não são todos os tipos de biomassa que são considerados recursos renováveis. A biomassa moderna é definida por Goldemberg (2004) como sendo a biomassa produzida de uma maneira sustentável, excluindo o uso da biomassa tradicional como lenha e incluindo a geração de energia elétrica e produção de calor assim como combustível para transporte, provenientes de resíduos de florestas e da agricultura e também de resíduos sólidos. Diferentemente, a biomassa tradicional é produzida de uma forma não sustentável, na maioria das vezes proveniente de fonte não comercial e, quando utilizadas, apresentam baixos índices de eficiência. Exemplo de biomassa tradicional é a proveniente de desmatamento, seja para consumo doméstico ou para consumo industrial (GOLDEMBERG, 2004).

---

[6] As externalidades são custos ou benefícios, não transmitidos através do preço, suportados por toda a sociedade, inclusive por pessoas que não concordam ou utilizam o bem ou serviço que causa esta externalidade (EXTERNE, 2005)

[7] Pertencem ao E7 Group as 8 maiores empresas mundiais do setor de energia: Electricité de France, ENEL S.p.a. (Itália), Hydro Quebec (Canada), Kansai Electric Power Company (Japão), Ontario Hydro (Canada), RWE AG (Alemanha), Southern California Edison (USA), e Tokyo Electric Power Company (Japão).

[8] O termo condições edafoclimáticas refere-se as características definidas através de fatores do meio tais como o clima e solo – edafo = solo – (Houaiss, 2011). As condições edafoclimáticas são relativas, também, ao uso da terra pelo homem, a fim de estimular o crescimento das plantas.

Além de abordar aspectos ambientais, o Relatório *Brundtland* incorpora também aspectos sociais. O relatório faz menção aos problemas de pobreza e subdesenvolvimento, indicando que estes somente serão resolvidos quando os países em desenvolvimento, além de desempenharem um papel importante, também consigam colher benefícios expressivos deste crescimento (WCED, 1987).

Ademais, o relatório aborda a questão da falta de sustentabilidade do modelo do desenvolvimento agrícola que foi bastante difundido principalmente pela Revolução Verde[9]. Abramovay (1994) ressalta que com o passar dos anos, porém, pode-se constatar que somente para os países desenvolvidos é que este "alarme" teve uma repercussão prática, sendo aproveitada para a construção de políticas agrícolas próprias. Todavia, para os responsáveis agrícolas da maioria dos países em desenvolvimento, as preocupações ambientais são vistas como retóricas e como passo certo para a perpetuação da miséria.

Segundo H. K. Jain, ex-diretor do *Indian Agricultural Research Institute*, houve o surgimento de um apelo vindo de alguns países de primeiro mundo, pouco úteis para os países em desenvolvimento, para que a agricultura voltasse a se basear em tecnologias que demandassem pouca utilização de insumos. No quesito tecnológico, eles sempre foram mais atrasados, utilizando tecnologias menos produtivas e, em função da pressão populacional que estes países enfrentam, eles necessitam de tecnologias ainda mais produtivas que as disponíveis atualmente (ABRAMOVAY, 1994).

O crescimento populacional, além de exercer uma forte pressão na produção de alimentos, provoca ainda uma pressão sobre a necessidade de manter a população empregada, gerando renda. Assim, os países em desenvolvimento devem buscar um crescimento de forma sustentável, que consiga superar todas as barreiras

[9] A Revolução Verde, denominada em 1968 por William Gaud, se refere a uma série de iniciativas de pesquisas, desenvolvimento e transferência de tecnologia, que ocorreram entre as décadas de 1940 e 1970, que visavam o aumento da produção agrícola no mundo todo através de uso de insumos industriais, aumento do uso de máquinas e equipamentos e na redução dos custos de manejo (BOWONDER, 1979).

socioambientais, buscando a máxima utilização de fontes renováveis de energia que aperfeiçoem a geração de eletricidade com o mínimo de impactos negativos.

De uma perspectiva voltada mais para a iniciativa privada, existe uma distinção natural, quase que sem exceções, de custos que são reconhecidos de uma empresa e os custos socioambientais – ou externalidades – que (ainda) não são. Os princípios de desenvolvimento sustentável vão na contramão do que ocorre na primeira década do século XXI e indicam que aspectos sociais e ambientais provenientes dos sistemas produtivos devem ser levados em consideração nas tomadas de decisões de empresas e governos (UNCED, 1992).

Ao longo dos últimos anos, foi possível perceber algumas mudanças importantes. Em alguns casos, os custos ambientais foram incorporados a atividades industriais, tanto no lado do consumo como no da produção. Alguns exemplos são a maior restrição e impostos às emissões, o aumento de taxas e impostos ambientais, a maior regulação e a extensão de responsabilidades para o produtor.

Parece, então, ficar cada vez mais claro que, para obter a sustentabilidade financeira e ambiental no longo prazo, é preciso que os novos investimentos sejam decididos considerando, ou pelo menos contemplando simultaneamente, fatores políticos, sociais, ambientais, tecnológicos e financeiros. Para o setor energético isto é essencial devido principalmente à diversidade tanto dos custos como dos benefícios ambientais e sociais associados a este setor complexo e indispensável (BARDOUILLE et al, 2000).

Assim, as empresas do setor energético que buscam a sustentabilidade no longo prazo dos seus investimentos devem tomar suas decisões com materiais de apoio que contemplem as preocupações ambientais e sociais e a rentabilidade do investimento. Isso quer dizer que os projetos de investimento que ponderam as preocupações ambientais e sociais, que sejam possíveis tecnologicamente e satisfatórias financeiramente, deveriam ser privilegiados.

Neste sentido, a biomassa aparece como uma alternativa energética importante. A produção de energia elétrica por meio de biomassa pode se aproximar da

sustentabilidade por meio de plantações dedicadas e/ou utilização de resíduos agrícolas, com baixo uso de produtos químicos, em terras marginais ou inutilizáveis. Apesar de ser na maioria das vezes favorável perante outras fontes nos aspectos eficiência e preço da energia elétrica, esta merece atenção com relação aos impactos sociais, emissão de gases do efeito estufa e ao uso da água e do solo para alcançar a sustentabilidade (EVANS et al, 2010).

Ainda segundo Evans et al (2010), soluções integradas que utilizam o bagaço como combustível também podem alcançar a sustentabilidade por conta, sobretudo da utilização do subproduto gerado diretamente (biomassa residual) no próprio local onde foi produzido, diminuindo uso do solo e da água. Junto a isto, ainda segundo Evans et al (2010), este uso da biomassa residual para a produção de energia elétrica aumenta a oferta de trabalho na região, assim como a geração de renda para os habitantes locais.

2.1 O Dendê ou Palma Africana

O dendezeiro, originário da Costa Ocidental da África (Golfo da Guiné), é uma planta da família das Palmáceas (subfamília Ceroxilineas). É típica de regiões tropicais e, dentre os diversos tipos de dendezeiros, o único que adquiriu importância econômica foi o gênero *elaeis* e, nos dias de hoje, a espécie *guineensis* é a principal utilizada para a exploração agrícola intensiva (VIANNA, 2006).

Conforme Costa (2007), por ser uma palmeira de cultura permanente, o dendezeiro possui uma vida útil na faixa de 20 a 30 anos, sendo que a produção de cachos tem início três anos e meio após o plantio. A partir dos frutos do dendê é possível extrair dois tipos de óleo. Por meio da polpa (mesocarpo), obtêm-se o óleo de dendê ou óleo de palma e, com base na amêndoa, extrai-se o óleo de palmiste. A Figura 4 apresenta o fruto do dendê e indica de onde os óleos de palma e de palmiste são extraídos.

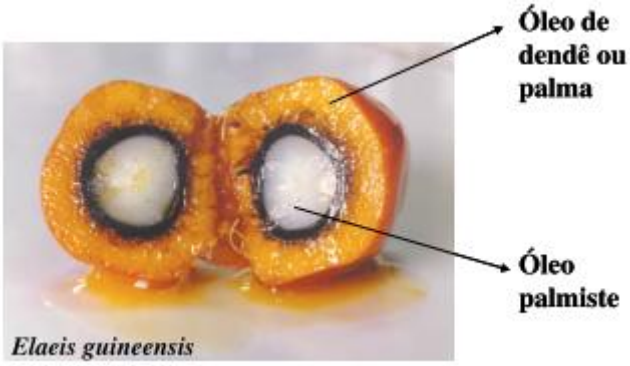

Figura 4 – O fruto do dendê e de onde são extraídos os óleos de palma e de palmiste

Fonte: Vianna (2006).

A primeira aparição da espécie *Elaeis Guineensis* no Brasil ocorreu no início do século XVII, no litoral baiano. Essa cultura foi trazida pelos escravos oriundos da África e sua produção era voltada, basicamente, para a subsistência de famílias de baixa renda da região (HOMMA et al., 2002).

O cultivo planejado desta espécie ocorreu apenas na década de 1960, no estado do Pará. Isto foi possível graças à ação da então Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), com auxílio da instituição francesa *Institut de Recherches pour les Huiles et Oleagineux* (IRHO). Segundo Santos (2008), esta experiência foi posteriormente replicada em outros Estados da Região Amazônica, tais como Amazonas, Amapá e Roraima, assim como na Bahia. Isto permitiu a expansão da cultura através de investimentos privados e públicos, dentro de programas de desenvolvimento regional.

O dendê, quando comparado a outras oleaginosas, destaca-se pela alta produtividade de óleo por hectare. Conforme destacado por Cavaliero (2003), a produtividade do óleo de dendê é aproximadamente 10 vezes a do óleo de soja, o dobro da do óleo de coco e cerca de quatro vezes maior que a do óleo de amendoim. Uma comparação sobre a produtividade das principais oleaginosas é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 – Comparação da produtividade das principais oleaginosas

Espécie	Origem do Óleo	Conteúdo de Óleo (%)	Ciclo Máximo Eficiência(anos)	Meses de Colheita	Rendimento (t óleo/ha)
Dendê(Palma)	Amêndoa	20	8	12	3,0 – 6,0
Abacate	Fruto	7,0 – 35,0	7	12	1,3 – 1,5
Coco	Fruto	55,0 – 60,0	7	12	1,3 – 1,9
Babaçu	Amêndoa	66	7	12	0,1 – 0,3
Girassol	Grão	38,0 – 48,0	Anual	3	0,5 – 1,9
Colza/Canola	Grão	40,0 – 48,0	Anual	3	0,5 – 0,9
Mamona	Grão	43,0 – 45,0	Anual	3	0,6 – 0,8
Amendoim	Grão	40,0 – 43,0	Anual	3	0,6 – 0,8
Soja	Grão	17	Anual	3	0,2 – 0,4
Algodão	Grão	15	Anual	3	0,1 – 0,2

Fonte: Santos (2008).

Esta alta produtividade do óleo de palma só pode ser considerada para um tipo de dendê. Isto porque Rittner (1996) e Conceição et Muller (2000) apud Villela (2009) apresentam quatro diferentes tipos de dendezeiro, que variam de acordo com a espessura da casca e a quantidade de polpa sobre o fruto. Os quatro diferentes tipos de dendezeiro são:

i. *Dura*: Possui casca (endocarpo) de 2 a 5 milímetros, que representa algo entre 20% e 40% do peso do fruto e contém entre 35% e 55% de polpa sobre o fruto. É o tipo mais encontrado entre os dendezeiros naturais;
ii. *Macrocária*: Possui casca grossa, que varia entre 4 e 8,5 mm e representa cerca de 40% do fruto, daí não ter importância econômica;
iii. *Pisífera*: A grande característica desta variedade do dendezeiro é a ausência do endocarpo. Está presente em 1% dos dendezeiros naturais;
iv. *Tenera*: Possui casca de 1 a 2,5mm, que representa menos de 20% do fruto e contém entre 60% a 90% de polpa sobre o fruto. Encontra-se presente em apenas 3% dos dendezeiros naturais.

Devido às características de produtividade, que consiste em um elevado número de cachos e alto teor de óleo, juntamente com a casca fina e reduzida, o tipo híbrido

intraespecífico *Tenera* (variedade obtida a partir do cruzamento da *Dura* com a *Piscífera*) é a usualmente utilizada em plantações industriais de grande porte (VILLELA, 2009). Desta forma, esta variedade foi a escolhida para ser utilizada no presente estudo.

A alta produtividade do dendezeiro tipo *Tenera* também está diretamente ligada às condições agroclimáticas propícias. Segundo Kaltner (1997), praticamente toda a Região Amazônica (Amazônia Ocidental e região do estuário compreendendo Belém e adjacências, e uma parte do estado do Pará) é considerada favorável às exigências de clima e solo da cultura.

Segundo Lima (2000), as principais características agroclimáticas necessárias para o plantio do dendê são:

i) Pluviosidade anual bem distribuída e superior a 1.800-2.200 mm/ano;
ii) Exposição ao sol por no mínimo 1.500 horas espalhadas ao longo do ano;
iii) Temperatura média entre 25º e 28º Celsius;
iv) Umidade relativa entre 60% e 90%.

De acordo com Vianna (2006), para a produção de óleo de dendê em larga escala é interessante um mínimo de 1.500 horas de exposição ao sol de forma uniforme ao longo do ano, sendo um mínimo de cinco horas de luz por dia um número ideal. Santos (2008) complementa indicando que um baixo nível de insolação pode influenciar a uniformidade e maturidade dos cachos, trazendo consequências negativas para a proporção de flores emitidas, assim como para a qualidade do óleo produzido.

Também são recomendáveis temperaturas mínimas médias maiores ou iguais a 25°C, com mínima absoluta não inferior a 18ºC. Isto porque baixas temperaturas causam redução no crescimento de plantas jovens e diminuição do número de folhas e de frutos nas plantas mais velhas, assim como o teor de óleo nos frutos (VIANNA, 2006 e SANTOS, 2008).

De acordo com Lima (2000), áreas planas ou com ligeira declividade são mais adequadas ao plantio do dendê. Junto a isto, Santos (2008) aponta outra necessidade

para a plantação de dendê que são solos profundos e sem impedimentos físicos para o crescimento das raízes, solos com boa drenagem e com baixa saturação de bases.

Apesar de todas as condições climáticas anteriores, Barcelos et al (1995) apud Vianna (2006) apontam para a quantidade e a distribuição das chuvas como sendo os principais responsáveis pelas elevadas produções. Para alcançar um rendimento econômico condizente com a capacidade de produção de uma cultura perene como o dendê, as precipitações pluviométricas devem ser uniformemente distribuídas ao longo de todos os meses e durante todos os anos de produção, sempre acima de 2.000 mm anuais. Santos (2008) acrescenta que é imprescindível que não haja nenhuma estação seca pronunciada, pois pode afetar a emissão foliar, o peso médio dos cachos e, consequentemente, o rendimento do óleo.

Uma vez apresentada as condições propícias ao plantio de dendê, é justificável a produção desta palmácea na Região Amazônica, já que nela predominam-se áreas de "terra firme" – aproximadamente 80% – e solos do tipo vermelho (latos solo) e amarelo (podzólico). Estes dois tipos de solo possuem as características necessárias para o cultivo do dendê como permeabilidade, profundidade e bom nível de drenagem (SANTOS, 2008).

Para a plantação de grandes quantidades de dendê, é necessário que sejam feitos determinados trabalhos preparatórios com a terra. De acordo com Vianna (2006), entre estes trabalhos estão: o levantamento topográfico; a determinação da área a ser plantada; além da limpeza do terreno através da derrubada e queima da vegetação existente; e da abertura de estradas que auxiliarão no transporte dos insumos e dos cachos de fruta frescos (CFF) durante toda a vida útil do dendezeiro. Como o presente trabalho visa à plantação de dendê em terras já degradadas, não será necessário o desmatamento e queima da vegetação.

Como complemento, geralmente é semeado uma leguminosa de nome científico *Pueraria javanica*, na proporção de 5 kg/ha. A plantação desta leguminosa auxilia no crescimento saudável do dendê uma vez que esta:

i) Controla o aparecimento de ervas daninhas;

ii) Protege o solo evitando a degradação;

iii) Fixa o nitrogênio na terra; e

iv) Conserva a umidade do terreno,

Devido principalmente ao período de queima e desmatamento do terreno, que causa uma perda na atividade biológica dos microorganismos da terra, a conservação da umidade é extremamente importante uma vez que ela auxilia justamente na recuperação desta atividade biológica dos microorganismos (VIANNA, 2006). Desta forma, pode-se dizer que toda a área compreendida de cinco graus acima a cinco graus abaixo da linha do Equador tem características importantes para a produção do óleo de palma.

Com relação à aptidão agroclimática, a Amazônia pode ter seu território dividido em totalmente apto ou aptidão marginal. As regiões totalmente aptas são mais representativas e compreendem quase a totalidade do estado do Amazonas, o norte e todo o litoral do Amapá, o nordeste do estado do Pará e uma faixa que vai desde o sul até o norte do estado de Roraima. As áreas inaptas estão localizadas na região leste de Roraima, entre o norte e o sudeste do estado do Pará, o sul do estado de Rondônia e uma pequena faixa no nordeste do Amazonas. Já as áreas com aptidão marginal estão localizadas no estado do Acre, no norte de Rondônia, norte/noroeste e sul de Roraima, sul do Amapá, sudoeste do Pará e leste/sudeste e noroeste do Amazonas.

As áreas aptas, segundo Muller (1980), possuem todas as características que possibilitam o dendê desenvolver todo o seu potencial genético de produção. Apesar de as áreas com aptidão marginal apresentarem condições um pouco inferiores em relação às áreas aptas, estas não possuem fatores climáticos que interfiram negativamente no desenvolvimento e produção da planta como ocorre nas áreas consideradas inaptas. Lima (2000) estima que todo o estado de Roraima possua 4 milhões de hectares aptos ao cultivo do dendê, o que representa 5,7% de todo o potencial da Região Amazônica.

Apesar de os principais impactos negativos ao meio ambiente estarem relacionados com as grandes áreas de plantio e com o uso da água para o atendimento de elevada demanda de energia elétrica, este serve como uma importante forma de recuperação de áreas degradadas e de maior taxa infiltração de água pluvial, reduzindo o

nível de assoreamento dos rios e reservatórios. Além disto, ajuda no combate à erosão do solo e no controle das funções hidrológicas (CAVALIERO, 2003).

2.2 Características do Óleo de Palma e de Palmiste

A produção do óleo de palma e de palmiste consiste em duas fases, a agrícola e a industrial. A fase agrícola é composta por todas as etapas de produção do fruto do dendê que são: i) produção das sementes; ii) pré-viveiro; iii) viveiro; iv) plantio definitivo; v) tratos de manutenção; e vi) colheita dos cachos. A fase industrial tem início com a extração do óleo e termina com o beneficiamento e refinamento do mesmo (VIANNA, 2006). A Figura 5 apresenta o esquema de produção dos óleos.

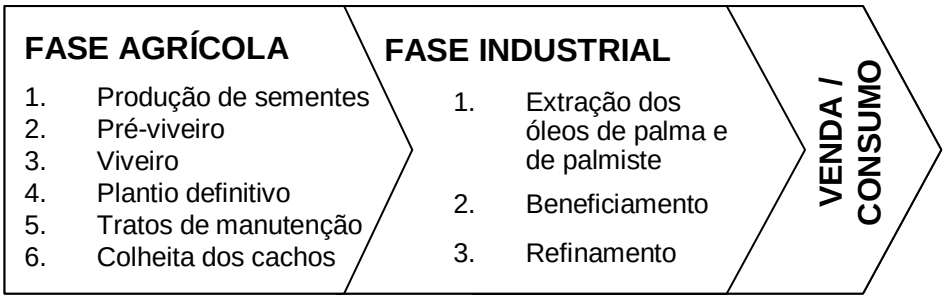

Figura 5 – Processos de produção dos óleos de palma e de palmiste

Fonte: Elaboração própria a partir de Silva (1997).

No período em que as sementes ficam na estufa, estas devem ser cuidadosamente selecionadas e germinadas sob condições controladas. Isto porque, segundo Silva (1997), em condições naturais a semente do dendê leva entre cinco e oito meses para germinar, com um índice de sucesso de apenas 60%, sendo possível, através de cuidados especiais, reduzir o tempo de germinação para três ou quatro meses com índice de sucesso de aproximadamente 90%.

O viveiro, para diminuir a distância no momento do plantio, deve estar localizado em uma posição central. Também é interessante estar próximo a uma fonte de água para a alimentação das mudas. Nesse período, as mudas são transferidas para sacos plásticos e crescem em estufa durante 12 a 15 meses, até atingir uma altura entre

80 e 120 cm e uma circunferência do coleto entre 18 e 35 cm, antes de serem plantadas no campo (SILVA, 1997).

Para realizar o plantio, existem densidades de plantação variando entre 136 e 160 palmas por hectare, porém a grande maioria é plantada em uma densidade de 143 palmas por hectare. Para se atingir esta densidade, as plantas são dispostas na forma de um triângulo equilátero de 9m de lado alinhados na direção norte-sul. Deste jeito, as plantas da mesma linha ficam distantes nove metros uma da outra e as linhas de plantio ficam separadas a uma distância de 7,8 metros (SILVA, 1997, BERTHAUD et al, 2000 e VILLELA, 2009).

Depois de realizado o plantio dos dendezeiros no campo, estes têm capacidade para atingir uma altura máxima de 20 metros. Cada palmácea pode possuir algo entre 35 a 50 folhas, com comprimento variando entre 5 e 7 metros e com peso entre 5 a 8 kg cada. Os pesos dos cachos podem variar entre 10 e 30 kg, que contêm em média 1.500 frutos que demoram de cinco a seis meses para atingir a maturidade depois da polinização. Em alguns casos excepcionais, os cachos podem conter até 4.000 frutos, porém o aproveitamento não é total, uma vez que 20% a 30% dos frutos tendem a estar incompletamente maduros (SILVA, 1997 e CONCEIÇÃO et MULLER, 2000 apud VILLELA, 2009).

As plantas oriundas de plantações comerciais se tornam produtivas a partir do terceiro ou quarto ano de plantio (quando se inicia a produção dos cachos e dos frutos), e continuam a produzir por pouco mais de 20 anos. A planta atinge a maturidade no oitavo ano e até, o décimo segundo aniversário, ela apresenta sua maior produtividade, podendo cada hectare produzir em média 21 toneladas de fruto por ano com um rendimento de 22% de óleo bruto, ou aproximadamente 4,8 toneladas de óleo (SILVA, 1997).

Apesar de produzir o ano todo, o dendezeiro apresenta uma ligeira sazonalidade na produção de frutos, que não afeta negativamente a produção a ponto de inviabilizar o plantio da cultura. Nesse contexto, a Figura 6, a seguir, apresenta uma distribuição mensal da produção anual de cachos, no qual é possível observar a sazonalidade em questão.

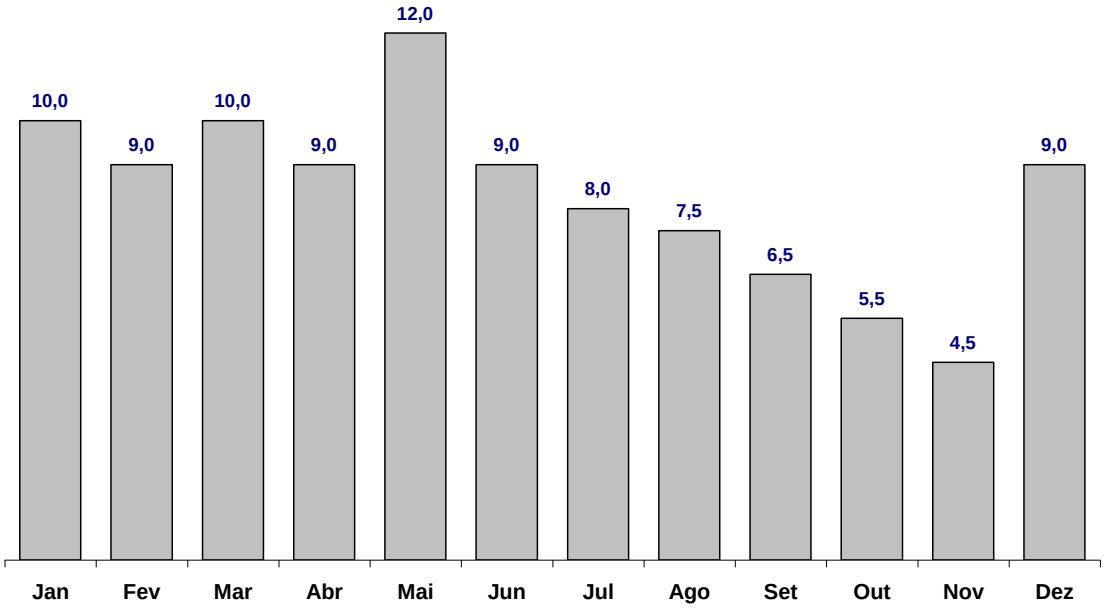

Figura 6 – Distribuição percentual mensal da produção de cachos em relação à produção anual

Fonte: Villela (2009).

A etapa da colheita é feita inteiramente de forma manual. Nela, segundo Villela (2009), consta diversas atividades como: i) limpeza dos postos de recepção; ii) corte das folhas que sustentam o cacho maduro; iii) corte do cacho, recorte e colocação das folhas na leira (quando necessário); e iv) corte do pedúnculo do cacho. Quando a copa ainda está a um metro do solo utiliza-se, normalmente, o cinzel para o corte do cacho e, a partir desta altura, faz-se o uso do ferro de cova ou da pá de corte. Porém, como as palmáceas podem atingir 20 metros, é necessária a utilização da foice ou da faca malasiana, pois possui cabo de comprimento variável. A necessidade destes instrumentos aparece quando a árvore atinge uma altura de dois metros.

Como a formação do óleo na polpa do fruto ocorre no último mês de maturação, a colheita precisa ser feita em três ou quatro turnos mensais nos meses de alta produção (dezembro-julho) e em dois turnos mensais na época de baixa produção (agosto-novembro). Isto porque, segundo Villela (2009), após o período de formação do óleo, tem início o processo de degradação do mesmo. Desta forma, para se ter maior controle da produção, é aconselhável elaborar um cronograma trimestral com uma previsão de colheita juntamente com uma contagem do número de cachos produzidos.

Uma parte importante do processo é o tempo de deslocamento dos frutos coletados no campo até a usina de extração de óleo, que deve ser feita no menor tempo possível para não haver perda do óleo formado no fruto. Para se extrair os óleos de palma e de palmiste, os cachos de fruta frescos (CFF) devem passar por diversos processos. Assim, a Figura 7 apresenta um fluxograma de massa indicando quais são os fluxos e os processos necessários para se obter a máxima extração dos óleos de palma e de palmiste. É importe observar que após o processo de extração dos óleos de palma e de palmiste é gerado uma biomassa residual de aproximadamente 39% (cachos vazios-22%, fibra-12% e casca das nozes-5%) dos 100% de CFF. Este valor é usado no Capítulo 5 para saber a quantidade de biomassa seca produzida pela indústria de extração de óleos, que servirá de combustível para a usina termelétrica.

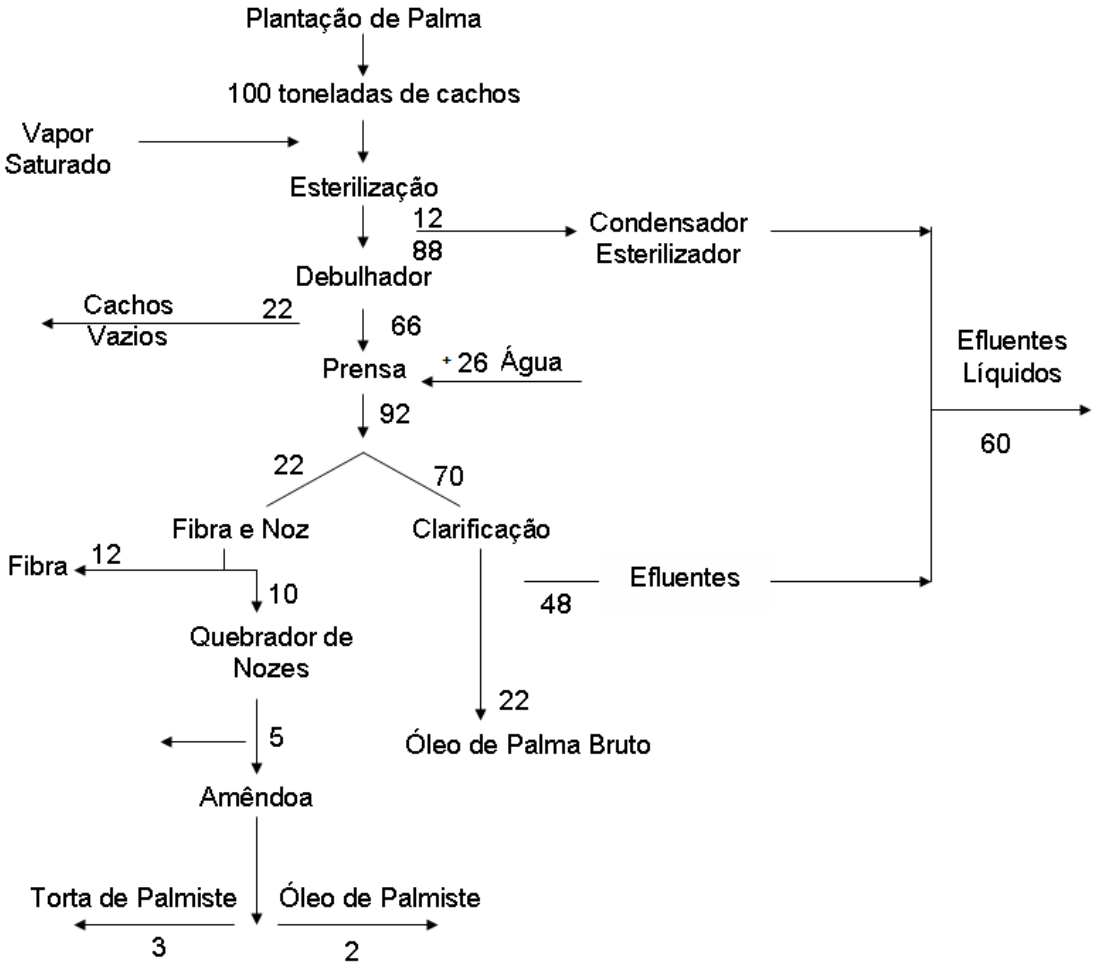

Figura 7 – Fluxograma de massa da extração dos óleos de palma e de palmiste (em %)

Fonte: Embrapa (2004).

Um dos pontos mais interessantes do processo de extração dos óleos de palma e de palmiste é a chamada “perda zero”. Ela ocorre quando a biomassa residual produzida na parte agrícola e na indústria de extração dos óleos (folhas, troncos, cachos de frutas vazios, fibras, cascas) é utilizada como combustível em caldeiras de cogeração (BAZMI et al, 2011). Desta forma, é possível produzir vapor para o processo de extração de óleos, bem como para a geração de energia elétrica, cujo excedente pode ser direcionado para agrovilas, rede pública, regiões isoladas entre outros (SILVA, 1997).

Segundo Silva (1997), outro ponto extremamente importante é o subproduto resultante do processo de extração do óleo de palmiste, que é a chamada “torta de palmiste”. Esta contém entre 15% e 18% de proteína, que pode ser usada tanto para a alimentação de animais em áreas próximas ao plantio da palma, ou mesmo como adubo orgânico para as próprias palmáceas.

Desta forma, como o dendê é uma planta perene e de grande porte, em sua fase adulta a planta oferece um excelente recobrimento do solo, podendo ser considerado um sistema de aceitável estabilidade ecológica e baixo impacto negativo ao ambiente (EMBRAPA, 2002).

Cavaliero (2003) acrescenta que o processamento de óleos vegetais não costuma apresentar impactos ambientais críticos, uma vez que os resíduos gerados com a extração (fibra, casca e cachos) são usualmente utilizados para a produção de calor ou vapor de processo, sendo inclusive em algumas vezes oportuno para a geração termelétrica através da cogeração. A referida autora aponta para o problema de emissão de partículas caso não seja implantado filtro para o tratamento dos gases de exaustão.

2.3 Panorama Atual do Dendê

No mundo, as plantações de dendê para a colheita dos óleos de palma e palmiste correspondiam, na safra 2008/2009, a aproximadamente 5% de toda a área plantada para a extração de óleos vegetais. Porém, a participação que estes dois óleos possuem na produção mundial de óleos vegetais é bastante superior, chegando a 38%, sendo 34% do

óleo de palma e 4% do óleo de palmiste. As Figuras 8 e 9 apresentam a relação entre área plantada e produção de óleos vegetais no mundo no mesmo período.

É possível observar a superioridade que a plantação de dendê tem perante outras culturas como a soja, girassol, amendoim, cola, conforme dados apresentados nas Figuras 8 e 9. Apenas para efeito de comparação, a plantação de soja está presente em 43% de toda a área plantada para a extração de óleos vegetais, porém, só representa 27% de toda a produção de óleo vegetal. O girassol, apesar de ser mais produtivo do que a soja, ainda possui uma produtividade bastante inferior a do dendê, no qual representa 11% da área plantada e 10% de todo o óleo vegetal produzido no mundo.

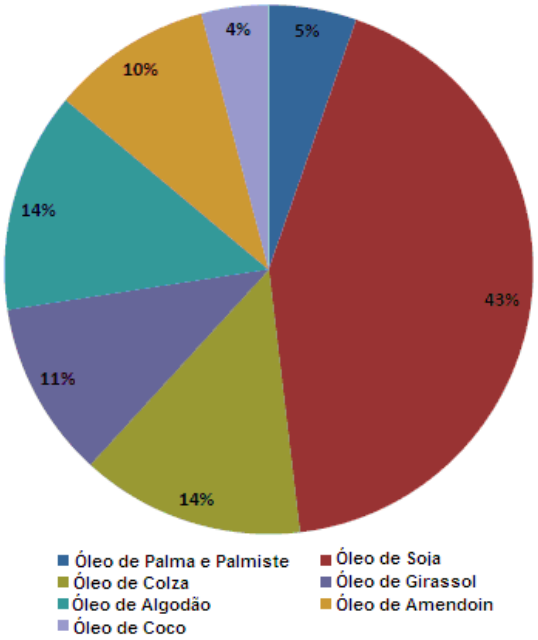

Figura 8 – Distribuição das áreas agrícolas no mundo utilizadas para plantio de Óleos Vegetais na safra 2008/2009
Fonte: Oil World (2009).

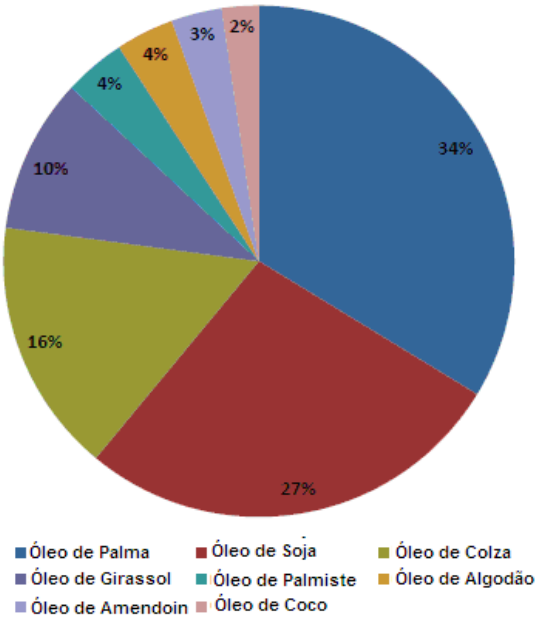

Figura 9 – Distribuição da produção mundial de Óleos Vegetais na safra 2008/2009
Fonte: Oil World (2009).

O consumo de óleo de dendê vem crescendo a taxas bastante elevadas ao longo dos últimos anos, sendo, inclusive, maior quando comparado com o das demais oleaginosas. Segundo Lofrano (2008) apud Santos (2008), enquanto o consumo mundial de óleo de dendê cresceu a uma taxa média de 12% ao ano entre os anos de 1999 e 2007, o óleo de soja apresentou uma taxa anual média de crescimento de 5,8% no período.

Para compreender não só o consumo de óleo de dendê no mundo, a Figura 10 apresenta a evolução da produção mundial de óleo de dendê entre os anos de 2002 e 2007. Neste período, o crescimento composto anual médio (*Compound Annual Growth Rate*, CAGR) do óleo de palma foi de aproximadamente 8,52% para a produção física e 8,44% para a produção em valores monetários. Em 2007, a produção total mundial ultrapassou o montante de 38 milhões de toneladas.

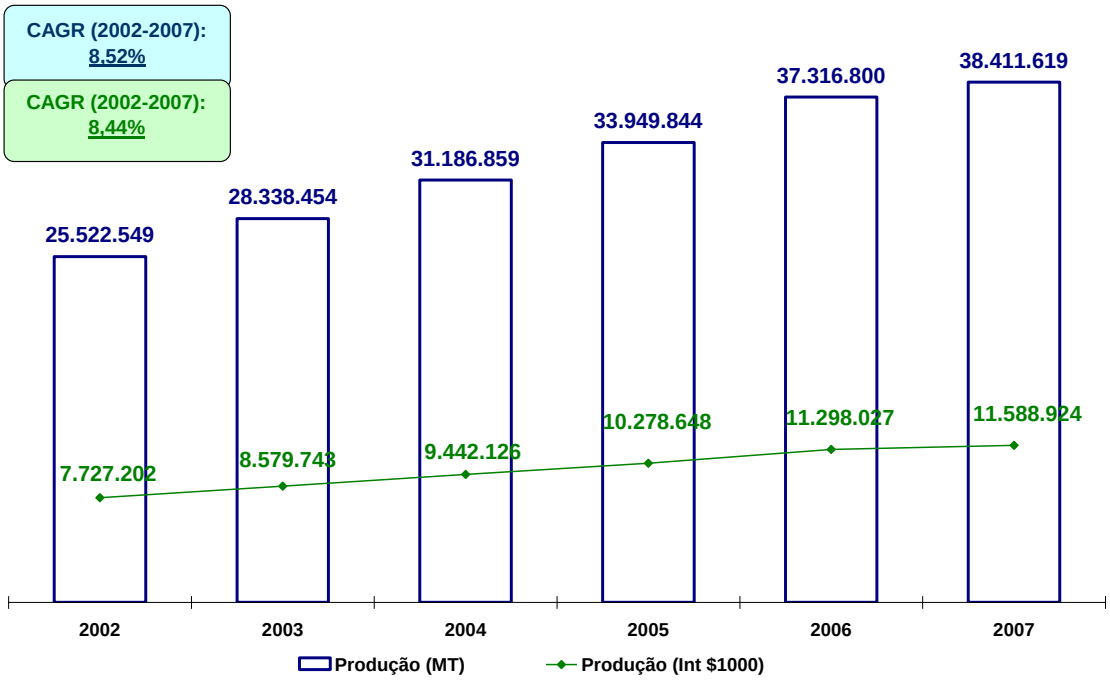

Figura 10 – Evolução da produção de óleo de palma no mundo

Fonte: FAOSTAT (2010).

A Figura 11, por sua vez, mostra durante o mesmo período a evolução para o óleo de palmiste. É possível observar a correlação que ambos os óleos – palma e palmiste – possuem, uma vez que estes são oriundos das mesmas plantações. Pode-se constatar que, entre os anos de 2002 e 2007, houve um aumento anual médio de 7,8% tanto para a produção física quanto para a produção em valores monetários.

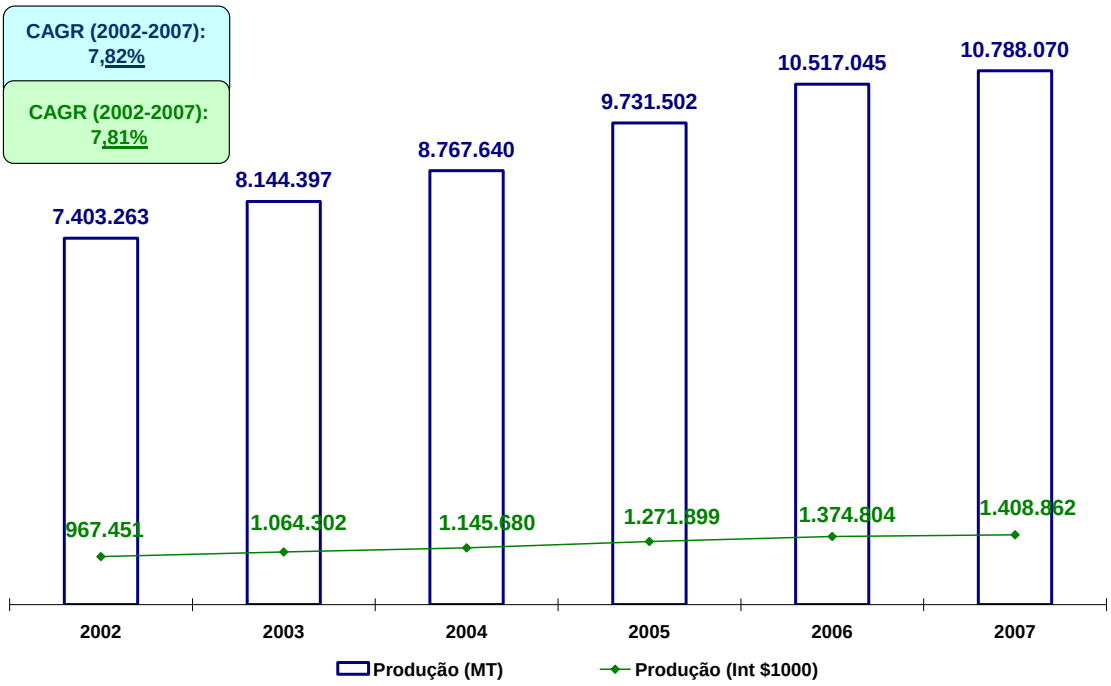

Figura 11 – Evolução da produção de óleo de palmiste no mundo

Fonte: FAOSTAT (2010).

Os principais motivos para este crescimento são: i) baixo custo de produção comparado com outras culturas de natureza similar; ii) alta produtividade de óleo por hectare; e iii) procura por óleos mais puros e livres do processo de hidrogenação para a fabricação de alimentos (SANTOS, 2008). Isto, ainda segundo Santos (2008), é devido ao óleo de palma não possuir gorduras "trans", o que torna sua utilização ideal para fins alimentícios como óleo de cozinha ou como ingrediente para a fabricação de biscoitos, margarinas, etc. Esse óleo também possui quantidades significativas de carotenóides (beta-caroteno) e antioxidantes, o que também o torna atrativo para a indústria química e de cosméticos.

Atualmente, o sudeste asiático é a região onde se encontra os maiores plantios de palma no mundo. Destacam-se nesta região países como Indonésia (com aproximadamente 44% da produção mundial em 2007) e Malásia (41%), além da Tailândia e da Papua Nova Guiné. Países do oeste da África como Nigéria e Costa do Marfim, juntamente com países da América do Sul como Colômbia, Equador e Brasil, também produzem óleo de palma, porém em escala significativamente menor.

Desde 2005, o óleo de palma vem sendo utilizado para a produção de biodiesel, um biocombustível capaz de substituir o óleo Diesel. A Figura 12 apresenta os principais usos do óleo de dendê e a participação de cada uso perante o total consumido, assim como a sua evolução no consumo ao longo dos anos. Apesar do aumento do uso para a produção de biodiesel, o presente estudo tem como foco a comercialização e/ou utilização do óleo para fins alimentícios e a utilização da biomassa produzida para a produção de energia elétrica, evitando o conflito entre produção de alimentos e energia.

É possível observar que, na safra de 2009/2010, quase 20 milhões de toneladas de óleo de palma foram utilizadas para alimentação doméstica, o equivalente ao dobro do que era consumido há dez anos. O uso deste óleo na indústria de alimentos também dobrou entre 2001/2002 e 2009/2010, atingindo a marca de 15 milhões de toneladas, enquanto seu uso na indústria óleo-química foi de aproximadamente 6,5 milhões de toneladas. A utilização do óleo de palma para a produção de biodiesel saiu de zero para 1,8 milhões de toneladas em apenas cinco anos (OIL WORLD, 2010).

Notadamente, o consumo de óleo de palma aumentou significativamente ao longo dos últimos dez anos, sendo seu uso para a alimentação o responsável pelo consumo de aproximadamente 67% de todo o óleo produzido no mundo. O aproveitamento como biodiesel, apesar de consumir apenas 0,035% de todo o óleo produzido, é uma das indústrias que apresentam o maior crescimento, pois ainda é uma indústria muito incipiente.

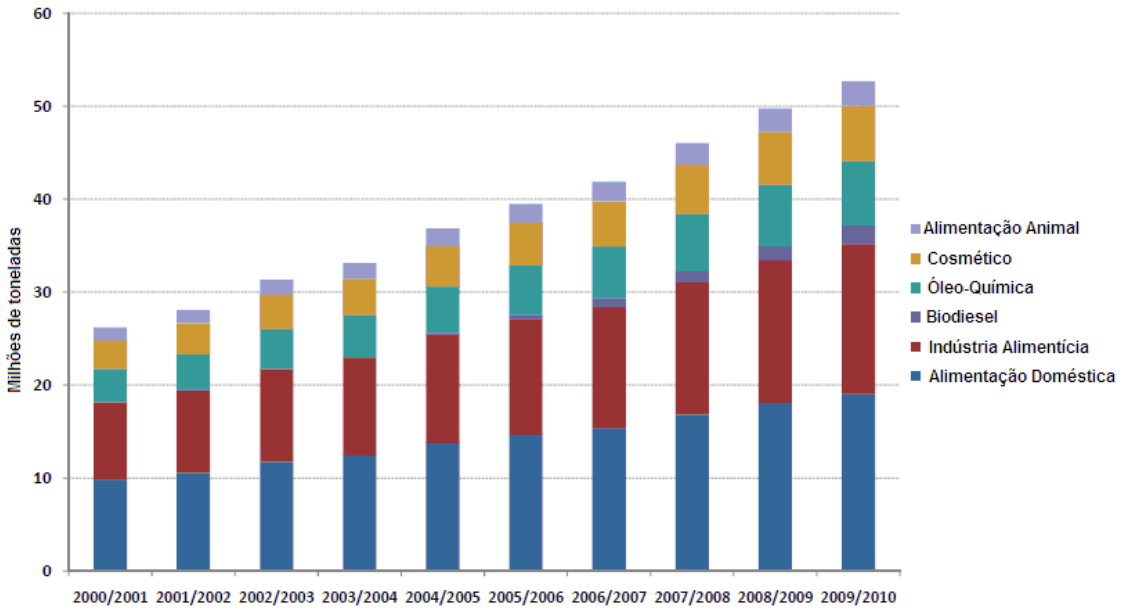

Figura 12 – Consumo de óleo de palma por finalidade

Fonte: Oil World (2010).

Analisando a Figura 13, que indica as regiões do mundo onde se concentra o consumo de óleo de palma e de palmiste, percebe-se que a Ásia é o maior pólo destes dois tipos de óleos, consumindo na safra de 2008/2009, aproximadamente, 70% de toda a produção mundial. O continente também é o que apresentou o maior crescimento no assunto ao longo dos últimos 10 anos. O consumo na África e na Europa segue a tendência, porém apresenta taxas de crescimento no consumo inferiores a metade da taxa apresentada pela Ásia. Interessante observar que é justamente na Ásia onde se concentram os dois maiores produtores de óleo de palma, Indonésia e Malásia, que juntos, produzem 85% de todo o óleo de palma produzido no mundo.

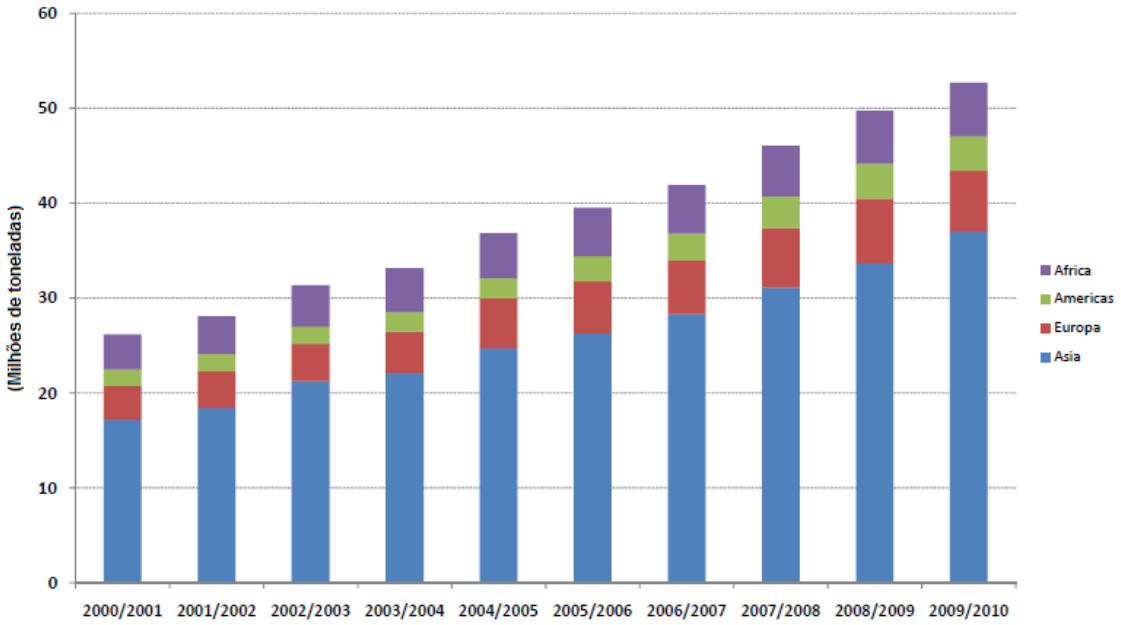

Figura 13 – Consumo de óleo de palma e de palmiste por região

Fonte: Oil World (2010).

No Brasil, o óleo de palma responde por aproximadamente 4,1% de toda a disponibilidade de óleos vegetais e gorduras animais. A Tabela 2 mostra a participação de cada tipo de óleo no consumo interno. Pode-se perceber um forte domínio do óleo de soja no Brasil, que tem uma participação de 73,3%, com uma produção de 6,258 milhões de toneladas (ABIOVE, 2010).

Tabela 2 – Disponibilidade de óleos vegetais e gorduras animais no Brasil (2007/2008) – Em mil toneladas

Produto	Produção	Importação	Oferta	Participação
Óleo de Soja	6.258	90	6.348	73,3%
Sebo e Gordura Animal	598	6	604	7,0%
Banha de Porco	394	0	394	4,6%
Óleo de Palma	215	143	358	4,1%
Óleo de Algodão	278	0	278	3,2%
Óleo de Girassol	50	20	70	0,8%
Óleo de Colza	59	9	68	0,8%
Óleo de Mamona	56	8	64	0,7%
Outros Óleos Vegetais	366	106	472	5,5%
TOTAL	**8.274**	**382**	**8.656**	**100%**

Fonte: ABIOVE (2010).

O estado do Pará destaca-se como maior produtor nacional de dendê, concentrando aproximadamente 90% de toda a área plantada e 95% de toda a produção de óleo no Brasil em 2007. Ou seja, dos 67.453 hectares que produziam dendê em 2007 no Brasil, 59.543 estão concentrados no Pará. Deste total, aproximadamente 75% (ou 39.543 hectares) eram terras de propriedades do Grupo Agropalma (AGRIANUAL, 2008).

Este grupo é, atualmente, o líder na produção e extração destes produtos na América Latina, dominando toda a cadeia de produção (da produção de sementes até a comercialização de gorduras vegetais para o setor de alimentos). O Agropalma iniciou suas operações em 1982, no município de Tailândia-PA, através do plantio de dendê e extração simplificada de seus principais produtos: óleo de palma e palmiste.

Estruturado em duas diferentes empresas, a Agropalma S.A. e a Cia Refinadora do Amazonas (CRA), o grupo assegura sua importante participação no mercado ao concentrar também a atividade de refino de óleo bruto produzido por outras empresas no Pará (SANTOS, 2008).

O segundo maior produtor de óleo de palma e de palmiste do Brasil é o Grupo Marborges que, por sua vez, possuía em 2007 aproximadamente 5,6% de toda a área plantada e 7% de toda a produção no Brasil. Desta forma, pode-se perceber o monopólio que existe neste mercado. Para facilitar esta percepção, a Tabela 3 mostra a participação dos três maiores Estados produtores de dendê no Brasil, assim como quais empresas estão estabelecidas nestes locais e suas respectivas participações no mercado brasileiro.

Tabela 3 – Área plantada e produção de óleo de palma no Brasil

Estado	Área Plantada (hectare)				Produção de Óleo (ton.)			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
Pará	**51.891**	**55.066**	**57.597**	**59.543**	**131.737**	**152.412**	**156.062**	**152.200**
Agropalma	35.332	36.843	38.691	39.543	104.510	125.692	125.000	121.000
Denpasa	742	742	742	1.500	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Codenpa	700	1.500	1.500	2.700	3.970	3.700	4.155	3.000
Dentauá	3.500	4.100	4.100	3.500	7.150	7.500	7.150	7.500
Palmasa	4.100	4.191	4.500	4.200	6.827	6.520	7.557	6.000
Marborges	3.317	3.490	3.864	3.800	9.280	9.000	11.600	11.200
Mejer/Yossan	4.200	4.200	4.200	4.300	n.d.	n.d.	600	3.500
Bahia	**5.800**	**5.800**	**5.800**	**1.400**	**15.715**	**17.200**	**4.200**	**8.000**
Oldesa	4.000	4.000	4.000	1.000	7.515	9.000	4.200	4.000
Opalma	1.800	1.800	1.800	400	2.400	2.400	n.d.	n.d.
Mutupiranga	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.800	5.800	n.d.	n.d.
Jaguaribe	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Roldões	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.000
Amazonas	**2.910**	**2.910**	**2.910**	**6.510**	**400**	**400**	**n.d.**	**n.d.**
Caiaué	2.500	2.500	2.500	2.500	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Embrapa	410	410	410	4.010	400	400	n.d.	n.d.
TOTAL	**60.601**	**63.776**	**66.307**	**67.453**	**147.852**	**170.012**	**160.262**	**160.200**

Fonte: AGRIANUAL (2008).

Ao final da primeira década do século XXI, os principais países produtores de óleo de palma estavam sofrendo com limitações de disponibilidade de área para novos plantios, assim como com uma crescente necessidade de optar pela produção de grãos em vez das culturas oleaginosas a fim de atender suas necessidades internas crescentes. A situação abre uma oportunidade para países como o Brasil, que possuem área e tecnologia para a expansão da cultura do dendê, participar do mercado mundial (VILLELA, 2009).

2.4 Cogeração nas Usinas de Extração de Óleo de Palma

A cogeração é o procedimento pelo qual se produz energia térmica e elétrica para suprir as necessidades de um processo a partir de uma mesma fonte de energia primária. Segundo Cogen (2011), a cogeração é a geração simultânea e a utilização de calor e eletricidade, sendo esta a forma mais eficaz e eficiente de produção de energia elétrica. Entre seus benefícios, destaca-se a menor emissão de GEE e uma oportunidade de evoluir para formas descentralizadas de produção de eletricidade, com alta eficiência e evitando perdas de transmissão.

As usinas de extração de óleo de palma e de palmiste possuem algumas características do ponto de vista energético que devem ser analisadas quando-se objetiva a cogeração. A primeira é que, após a extração dos óleos, é gerada uma quantidade considerável de resíduos de alto poder calorífico e materiais orgânicos como os CFF vazios, os efluentes líquidos, as cascas e as fibras. Mahlia et al (2001) demonstraram que a utilização das fibras e das cascas que foram produzidas no processo da extração do óleo de palma e de palmiste são mais do que suficientes para a produção de todo o vapor e de toda a energia elétrica necessária para todo o processo.

Husain et al (2003) desenvolveram um estudo sobre a eficiência da cogeração em sete plantas extratoras de óleo de palma e de palmiste no estado de Perak, na Malásia. A conclusão principal foi a de que existe espaço para aumento de eficiência, principalmente no quesito conservação da energia. Como solução, os autores apontam a substituição de turbinas de contrapressão por turbinas de condensação com extrações, o que permitiria um aumento na potência instalada de até 60%. Junto a isto, indicam o possível aumento de eficiência das caldeiras, pois na época do trabalho estavam com um valor médio de 73% (base do PCI). Os autores apontam ainda para a existência, em várias usinas de extração de óleos em operação, de oportunidades para o aumento da eficiência energética. Isto é devido, basicamente, ao alto consumo de vapor em todo o processo (entre 0,55 e 0,75 toneladas por tonelada de CFF) e a baixa potência de geração elétrica instalada.

O consumo de energia elétrica nas usinas de extração de óleos de palma e de palmiste pode variar consideravelmente dentro do mesmo país e até entre países. Husain et al (2003) demonstraram em seu estudo que as usinas da Malásia consomem entre 17 e 38 kWh (uma variação de aproximadamente 123%), ao passo que na Tailândia, conforme apresentado por Prasertsan e Sajjakulnukit (2006), o consumo de energia elétrica pelas usinas é da ordem de 20 e 25 kWh.

Costa (2007) indica que existem diversos projetos de cogeração em usinas de extração de óleo da palma na Malásia e na Tailândia atualmente em operação. O autor cita como exemplo a companhia Kilang Sawit United Bell Sdn Bhd na Malásia, que

construiu uma usina com potência de 1,2 MW a TSH Bio-Energy com uma planta de cogeração com potência de 14 MW e outra na Tailândia de 44 MW.

Segundo Zairin (2003) apud Angarita (2008), a Malásia, que é o segundo maior produtor de óleo da palma do mundo, poderia aumentar a capacidade instalada de geração de energia elétrica a partir dos resíduos da biomassa do setor em aproximadamente 1,1 GW. De acordo com Walden (2005), existe um potencial de geração de 90-132 kWh por tonelada de CFF vazio, sendo esta variação dependente da pressão de operação do sistema.

De acordo com Bazmi et al (2011), a grande maioria das indústrias de extração de óleos de palma e de palmiste, que utiliza a biomassa residual do plantio e do próprio processo de extração para a cogeração, faz uso da combustão direta da mesma em caldeiras. O que no início era um processo de baixa eficiência, nos últimos cinco anos, com o aperfeiçoamento tecnológico, vem sofrendo significativa melhora. É provável que em pouco tempo já existam caldeiras movidas exclusivamente a CFF vazios.

Assim, a partir da bibliografia analisada, foi possível verifiar alguns indicadores essenciais e balizadores em usinas de cogeração que utilizam a biomassa do dendê. O primeiro é a capacidade de uma plantação de 10.000 hectares sustentar uma usina de cogeração com potência variando entre 5 e 11 MW, com parâmetros de vapor de 4.200 kPa e 360°C. Apesar disso, Mahlia et al (2003) alertam para uma possível variação do fluxo de combustível na caldeira devido à composição das fibras e das cascas e a umidade presente na biomassa. Estas variações podem causar dificuldades durante a operação e também para o controle automático, assim como problemas no controle de emissões e até mesmo na geração de energia elétrica.

2.5 Conclusões do Capítulo 2

Este capítulo se iniciou com uma apresentação sobre os principais eventos realizados no último século que tiveram como preocupação a relação entre o homem e o meio ambiente, abordando desde o Clube de Roma, passando pelo *Energy Charter Protocol*, Cúpula da Terra, Relatório *Brundtland*, até chegar ao Relatório *Stern*. O

Relatório *Brundtland* ficou marcado, também, por conter a definição do conceito de desenvolvimento sustentável, como sendo a capacidade da geração atual em satisfazer as suas necessidades, sem que isso represente uma ameaça para as necessidades das gerações futuras. Depois, foi destacado o papel das fontes renováveis de energia no contexto do desenvolvimento sustentável, com enfoque especial para o caso da biomassa moderna. Isto porque, por depender somente da energia solar e das condições edafoclimáticas, a biomassa aparece como um recurso energético importante para o atendimento da demanda energética da sociedade moderna de forma sustentável.

Posteriormente, foi feito um resumo acerca da aparição do dendê e apresentado o principal tipo de dendezeiro para exploração comercial, o *Tenera*, que possui cascas finas que representam menos de 20% do peso do fruto e que contém entre 60% e 90% de polpa sobre o fruto, possibilitando uma alta quantidade de óleo a ser extraído. Foi apresentada também a principal característica do óleo de palma e de palmiste, que é a alta produtividade quando comparada às demais oleaginosas, uma vez que pode produzir até 5 ton./ha, que é aproximadamente 10 vezes a do óleo de soja, o dobro da o óleo de coco e cerca de quatro vezes mais que a do óleo de amendoim. Também foram apresentadas as necessidades edafoclimáticas para a produção comercial desta oleaginosa, como a exigência de alta pluviosidade e de alta exposição ao sol, características facilmente encontradas na maior parte da Região Amazônica.

Na sequência, foi demonstrado o panorama atual do dendê no mundo, que correspondia por apenas 5% de toda a área plantada para a extração de óleos vegetais em 2009, mas que representava 38% de todo o óleo vegetal produzido no planeta no mesmo ano. Também foram apresentados os dois principais países produtores de óleo de palma, Indonésia e Malásia, que juntos produziram 85% de todo o óleo de palma mundial, assim como as principais indústrias que utilizam o óleo, no caso a alimentícia e a cosmética.

Um levantamento foi feito sobre cogeração nas usinas de extração de óleos de palma e de palmiste, mostrando que, após a extração dos óleos, é gerada uma quantidade considerável de resíduos e materiais orgânicos como os Cachos de Frutas Frescos (CFF) vazios, as cascas e as fibras. Por fim, foi apresentada e destacada a capacidade das fibras e das cascas resultantes no processo da extração dos óleos, que

são mais do que suficientes para a produção de todo o vapor e de toda a energia elétrica necessária para todo o processo. Desta forma, com o total de CFF vazios resultantes do processo de extração de óleos é possível sua utilização para a produção de energia elétrica a ser comercializada com a concessionária local com o objetivo de abastecer a população de regiões próximas à área de plantio do dendê e extração dos óleos.

3. REVISÃO SOBRE O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO E CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO AMAZÔNICA

O sistema elétrico brasileiro é composto por dois complexos distintos, o Sistema Interligado Nacional (SIN) e o Sistema Isolado. O sistema interligado tem porte continental, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários, sendo responsável por aproximadamente 96,6% de toda a capacidade de produção de eletricidade do país, e conecta as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, além de uma pequena parte da região Norte. Já o Sistema Isolado é composto pelas regiões não conectadas ao SIN, principalmente nos estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima e Amapá, e em parte do Pará.

No final de 2010 o Brasil possuía, na totalidade, 2.222 empreendimentos em operação, com aproximadamente 108 GW de potência. A Tabela 4, a seguir, apresenta os empreendimentos em operação, suas capacidades e potências instaladas e a fonte utilizada. Nela, pode-se constatar que o Brasil possui uma matriz energética caracteristicamente renovável, com forte predominância da geração hidrelétrica (67,97%), com participação da Biomassa (5,54%) e Eólica (0,66%).

Tabela 4 – Empreendimentos de Produção de Energia Elétrica em Operação, Dez/2010

Tipo		Cap. Instalada N.° de Usinas	Cap. Instalada (kW)	Cap. Instalada %	Total N.° de Usinas	Total (MW)	Total %
Hidroeletricidade		849	79.010.337	67,97	849	79.010	67,9
Gás	Natural	94	11.055.618	9,51	127	12.331	10,6
	Processo	33	1.275.483	1,10			
Petróleo	Óleo Diesel	805	3.898.349	3,35	831	5.998	5,1
	Óleo Residual	26	2.100.403	1,81			
Biomassa	Bagaço de Cana	292	4.831.315	4,16	360	6.428	5,5
	Licor Negro	14	1.193.298	1,03			
	Madeira	38	327.767	0,28			
	Biogás	9	44.672	0,04			
	Casca de Arroz	7	31.408	0,03			
Nuclear		2	2.007.000	1,73	2	2.007	1,7
Carvão Mineral		9	1.530.304	1,32	9	1.530	1,3
Eólica		44	765.534	0,66	44	765	0,6
Importação	Paraguai		5.650.000	5,46		8.170	7,0
	Argentina		2.250.000	2,17			
	Venezuela		200.000	0,19			
	Uruguai		70.000	0,07			
Total		**2.222**	**116.241.488**	**100**	**2.222**	**116.241**	**100**

Fonte: ANEEL (2010).

Está previsto para os próximos anos uma adição de aproximadamente 18,2 GW na capacidade de geração do país, proveniente de 146 empreendimentos atualmente em construção. Assim, a Tabela 5 apresenta os empreendimentos em construção, quantidades e potência outorgada. Destes, 58 (39,7%) são Usinas Termelétricas de Energia (UTE) com potência outorgada de 5,6 GW (31,05% do total).

Tabela 5 – Empreendimentos de Produção de Energia Elétrica em Construção, Dez/2010

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	1	848	0,004
Central Geradora Eolielétrica	3	98.850	0,54
Pequena Central Hidrelétrica	66	906.240	4,96
Usina Hidrelétrica de Energia	17	10.244.500	56,06
Usina Termelétrica de Energia	58	5.673.811	31,05
Usina Termonuclear	1	1.350.000	7,39
Total	**146**	**18.274.249**	**100,00**

Fonte: ANEEL (2010).

Além dos empreendimentos atualmente em construção, existem os que já foram outorgados, mas que não iniciaram sua construção. Nesse contexto, a Tabela 6 apresenta os empreendimentos outorgados, por tipo de geração, quantidade e potência outorgada. Mais uma vez pode-se perceber o expressivo número de UTEs, que respondem por 37,8% do número de usinas e 68,48% da potência outorgada.

Tabela 6 – Empreendimentos de Produção de Energia Elétrica Outorgados entre 1998 e 2010, que não iniciaram sua construção

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	71	47.630	0,24
Central Geradora Undi-Elétrica	1	50	0
Central Geradora Eolielétrica	39	2.020.481	10,05
Pequena Central Hidrelétrica	147	2.071.492	10,31
Central Geradora Solar Fotovoltaica	1	5.000	0,02
Usina Hidrelétrica de Energia	11	2.190.000	10,90
Usina Termelétrica de Energia	164	13.762.980	68,48
Total	**434**	**20.097.633**	**100**

Fonte: ANEEL (2010).

3.1 Os Sistemas Elétricos Isolados da Região Norte

No Sistema Isolado, segundo Santos (2006), ocorre uma separação entre capitais e interiores, uma vez que os primeiros (capitais) são os responsáveis pelo suprimento de

energia elétrica para todas as capitais da região Norte, como Manaus, Macapá e Boa Vista, enquanto os segundos (interiores) atendem a pequenos grupos de consumidores. Estes pequenos grupos estão dispersos ao longo de toda a Região Amazônica e utilizam pequenas unidades geradoras movidas principalmente a óleo Diesel devido à dificuldade e complexidade de acesso a estas localidades (RODRIGUES, 2006). Estas unidades geradoras eram responsáveis por atender uma área equivalente a 45% do território e a cerca de 3% da população nacional, o que representava 1,2 milhões de consumidores até o final de 2009. Porém, esse percentual reduziu-se para cerca de 2% após a efetivação da interligação de Porto Velho-Rio Branco ao SIN, em outubro de 2009, e se manteve até fevereiro de 2011.

No começo de 2010, segundo dados do Grupo Técnico Operacional da Região Norte (GTON, 2010), existia 244 sistemas com geração térmica no Sistema Isolado e estava previsto o início de operação de mais 12 no interior do estado do Amazonas pela Amazonas Energia e de mais 34 no interior do estado de Roraima pela Companhia Energética de Roraima (CERR). Ao longo do ano também estava previsto a desativação de duas UTEs – Cotriguaçu e Juruema – da Companhia Energética do Mato Grosso (CEMAT) e de outras duas da Eletroacre (Assis Brasil e Manoel Urbano), que serão interligados ao SIN. Cabe acrescentar que em 23 de outubro de 2009 o sistema isolado Porto Velho – Rio Branco também passou a integrar o SIN.

Desta forma, estava previsto para o final de 2010 na Região Amazônica, segundo GTON (2010), a existência de 286 sistemas autorizados pela ANEEL no Sistema Isolado, com 1.334 unidades geradoras térmicas que, juntas, possuiriam 2.216,7 MW de potência efetiva instalada. A Tabela 7 apresenta estes dados por estado da federação.

Tabela 7 – A composição do Sistema Isolado brasileiro (Dezembro/2010)

Estado	Nº. de Sistemas	Nº. Unidades Geradoras	Potência Efetiva (MW)
Acre	7	60	31,8
Amapá	5	70	210,5
Amazonas	111	707	1.618,6
Mato Grosso	4	50	15,6
Pará	37	163	143,3
Pernambuco	1	5	5,0
Rondônia	32	157	78,6
Roraima	89	122	113,3
TOTAL	**286**	**1.334**	**2.216,7**

Fonte: GTON (2010).

É interessante observar que 71,3% do mercado total do Sistema Isolado da Amazônia são compostos pelos sistemas que atendem as capitais Manaus, Porto Velho, Rio Branco, Macapá e Boa Vista. Dentre as capitais, a que apresenta maior participação é o sistema de Manaus, com 60% do total. Essa participação, juntamente com as das demais capitais e dos sistemas do interior, são apresentadas na Figura 14.

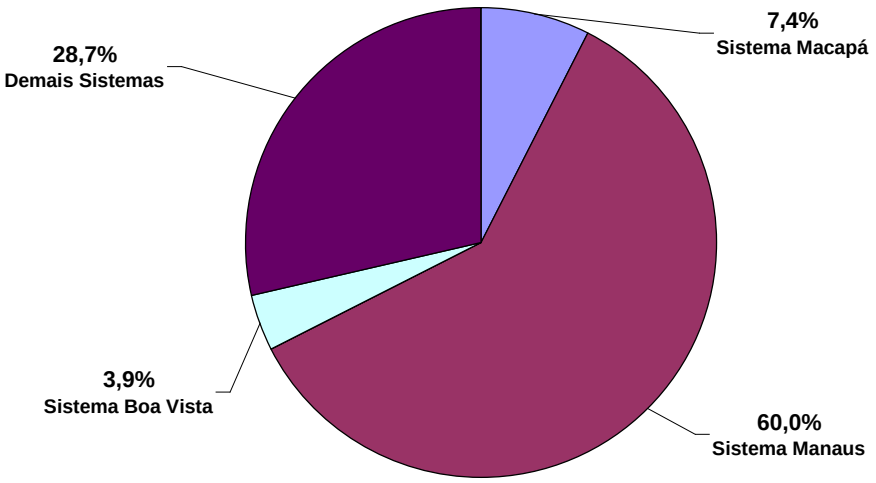

Figura 14 – Participação no Mercado do Sistema Isolado da Amazônia (Dezembro/2010)

Fonte: GTON (2010).

A previsão da geração térmica total para o ano de 2010 era de 1.023 MW médio, o que representa uma queda de aproximadamente 6% em relação a 2009. Dentre este total, é possível destacar a expressiva redução de 94% da geração térmica a óleo OCTE

devido à interligação do sistema Porto Velho-Rio Branco ao SIN mencionada anteriormente, assim como a redução de 17% na geração a óleo combustível proveniente da utilização do gás natural em Manaus. A Tabela 8 apresenta a geração térmica verificada em 2009 e a prevista para 2010, assim como o crescimento e/ou redução no consumo de combustíveis.

Tabela 8 – Comparação da geração térmica no Sistema Isolado - 2009 x 2010 (MW Médio)

Tipo	Verificado 2009	Planejado 2010	2010/2009
Geração a ÓLEO DIESEL	379,6	394,1	4%
Geração a Óleo OCTE[10]	279,5	17,7	- 94%
Geração a Óleo Combustível	338,9	279,9	- 17%
Geração a Óleo PGE[11]	85,3	94,6	11%
Geração a Gás Natural	-	230,8	-
Geração a Biomassa	4,2	5,9	40%
TOTAL	**1.087,5**	**1.023,0**	**- 6%**

Fonte: GTON (2010).

A queda de 6% no total da geração térmica tem uma razão principal. Segundo GTON (2010), essa pequena queda é devida à previsão de geração hidráulica inferior à verificada em 2009 e do montante expressivo de geração a partir do gás natural na capital do estado do Amazonas, Manaus.

Quando se compara as formas de geração presentes no Sistema Isolado, em especial entre as do interior e das capitais, constata-se que existe uma diferença na forma de como a energia é gerada. Enquanto na maioria das capitais a energia é proveniente de sistemas hidrotérmicos instalados no interior dos Estados, os sistemas do interior produzem a energia elétrica necessária para atender seus consumidores majoritariamente através de usinas termelétricas movidas a Diesel.

Desta forma, a Tabela 9 apresenta o consumo esperado para o ano de 2010 dos principais combustíveis utilizados na região, assim como o consumo efetivo do ano de 2009 e uma comparação entre os anos. É possível verificar que o consumo de óleo

[10] Óleo combustível para turbina elétrica.

[11] Óleo pesado para geração de energia.

Diesel é bastante significativo, sendo em sua maioria coberto pela Conta Consumo de Combustíveis para o Sistema Isolado (CCC-ISOL), que é abordado por essa dissertação mais adiante.

Tabela 9 – Consumo de combustíveis no Sistema Isolado - 2009 x 2010

Tipo	Verificado 2009	Esperado 2010 c/ CCC-ISOL	Esperado 2010 s/ CCC-ISOL	TOTAL	2010/ 2009
Óleo Diesel (m^3)	935.391	964.036	12.480	976.516	4%
Óleo OCTE (m^3)	663.145	52.123	224	52.347	- 94%
Óleo Combustível(ton)	697.380	569.788	8.844	578.632	- 17%
Óleo PGE (ton.)	148.638	164.240	-	164.240	11%
Gás Natural (MM m^3)	-	718	-	718	-
Óleo Diesel Assoc(m^3)	-	14.623	-	14.623	-

Fonte: GTON (2010).

É interessante observar que, anualmente, toda a Região Norte faz uso de quase um milhão de metros cúbicos de óleo Diesel para a produção de energia elétrica. Isto, por sua vez, traz consequências ambientais graves para a região, conforme foi apresentado no Capítulo 2, baseando-se em Villanueva (1998).

3.2 O Sistema Elétrico Isolado do Estado de Roraima

Somente em Roraima era previsto para o final de 2010 a existência de 89 sistemas de produção de energia elétrica. Destes, 88 eram atendidos pela Companhia Energética de Roraima S.A. (CERR) e apenas um era de responsabilidade da Boa Vista Energia S.A. (Bovesa). O total de carga própria de energia prevista para 2010 nos 89 sistemas da CERR era de 18,9 MW médio e uma demanda máxima de 30,5 MW.

A Bovesa é, segundo GTON (2010), a concessionária responsável pela transmissão e distribuição de energia elétrica para o Sistema Isolado de Boa Vista (capital do Estado), além de suprir a CERR para o atendimento a outros 13 sistemas do interior (Bonfim, Alto Alegre, Tamandaré, Mucajaí, São Raimundo, Vila Iracema, Santa

Cecília, Cantá, Vila Central, Serra Grande II, Paredão, São Silvestre e Félix Pinto). Esta concessionária é suprida pela Eletronorte na tensão de 69 kV na subestação Boa Vista, que possui contrato de compra de energia da empresa venezuelana Edelca, por meio da interligação em 230 kV ao Sistema da UHE Guri, em operação desde julho de 2001.

A CERR, por sua vez, é a concessionária responsável pela geração, em sua maioria térmica movida a óleo Diesel, e distribuição dessa energia aos seus mercados isolados do interior do Estado. Cabe ressaltar que apenas o sistema isolado de São João do Baliza é de natureza hidrotérmica, pois nele é operada a PCH Alto Jatapu, que pertence à CERR, enquanto o sistema Pacaraima é suprido pela empresa venezuelana Eleoriente (GTON, 2010).

Para o ano de 2010, segundo GTON (2010), a CERR seria responsável pela geração térmica de 74.593 MWh, com o consumo total de 24.095 m^3 de óleo Diesel, sendo que, destes, 21.950 m^3 seriam cobertos com o mecanismo da CCC-ISOL e somente 2.145 m^3 não teriam essa cobertura. Esse consumo de óleo Diesel representa 2,5% de todo o óleo Diesel para o Sistema Isolado. A CERR tem cadastrada uma unidade hidráulica instalada na PCH Alto Jatapú, com 4,8 MW de potência, e 119 unidades geradoras térmicas a óleo Diesel, totalizando 27,4 MW de potência efetiva.

O balanço de energia do Estado é compreendido por um requisito total de 83,6MW médio e um recurso total de 82,8 MW. A diferença de 0,8 MW médio é suprido pela Eleoriente (Venezuela) ao Sistema Isolado de Pacaraima (GTON, 2010). A Figura 15 apresenta o balanço de energia do estado de Roraima, divididos entre capital e interior.

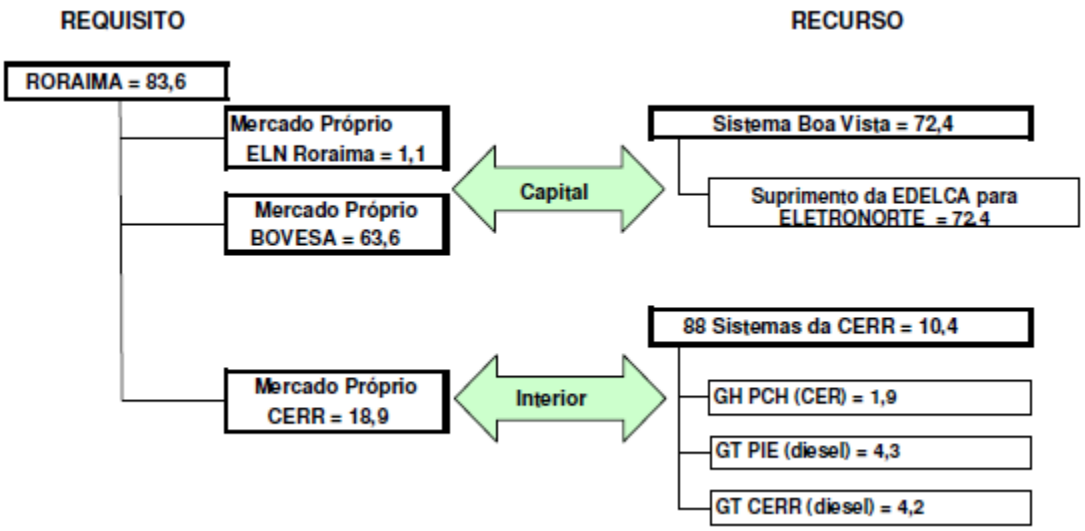

Figura 15 – Balanço de Energia do Estado de Roraima (MW médio)

Fonte: GTON (2010).

A peculiaridade da geração no Estado, segundo Santos (2008), deve-se à existência de pequenas comunidades indígenas e malocas com sistemas de até 50 kW. O parque térmico da CERR tem potência de 27,5 MW efetivos e a distribuição de combustível para o abastecimento dos parques térmicos é feita basicamente por rodovias e hidrovias, a partir da capital Boa Vista. Esta peculiaridade é perceptível quando se analisa a demanda por energia anual do Sistema Isolado, conforme apresentado na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Carga Própria dos Sistemas da CERR

Sistemas	Energia Anual (MWh)	Energia Anual (MW) Médio	Demanda Máxima (MW)	Participação (%)
Munic. Interligados a Capital	66.759	7,621	12,70	40,3%
Rorainópolis	29.099	3,322	6,87	17,6%
São João da Baliza	26.822	3,062	2,75	16,2%
Caracaraí	17.700	2,021	2,88	10,7%
Pacaraíma	6.619	0,756	1,35	4,0%
Demais sistemas	18.635	2,116	3,96	11,3%
TOTAL	**165.634**	**18,898**	**30,51**	**100,0%**

Fonte: GTON (2010).

3.3 Aspectos Ambientais e Socioeconômicos característicos do estado de Roraima

O total de áreas de florestas desmatadas em Roraima, entre 1978 e 2006, foi de 8.047 km^2. Este montante representava, aproximadamente, 3,6% da área total do Estado (225.116,1 km^2) ou 9,1% de todos os ecossistemas florestais presentes nas áreas sem impedimentos legais ao desmatamento, as chamadas "áreas de uso". Ou seja, não foram consideradas para efeitos do cálculo as unidades de conservação (UC) e as terras indígenas (TI) (INPA RORAIMA, 2008). Nesse sentido, a Figura 16 apresenta a distribuição do desmatamento entre os municípios de Roraima até 2006.

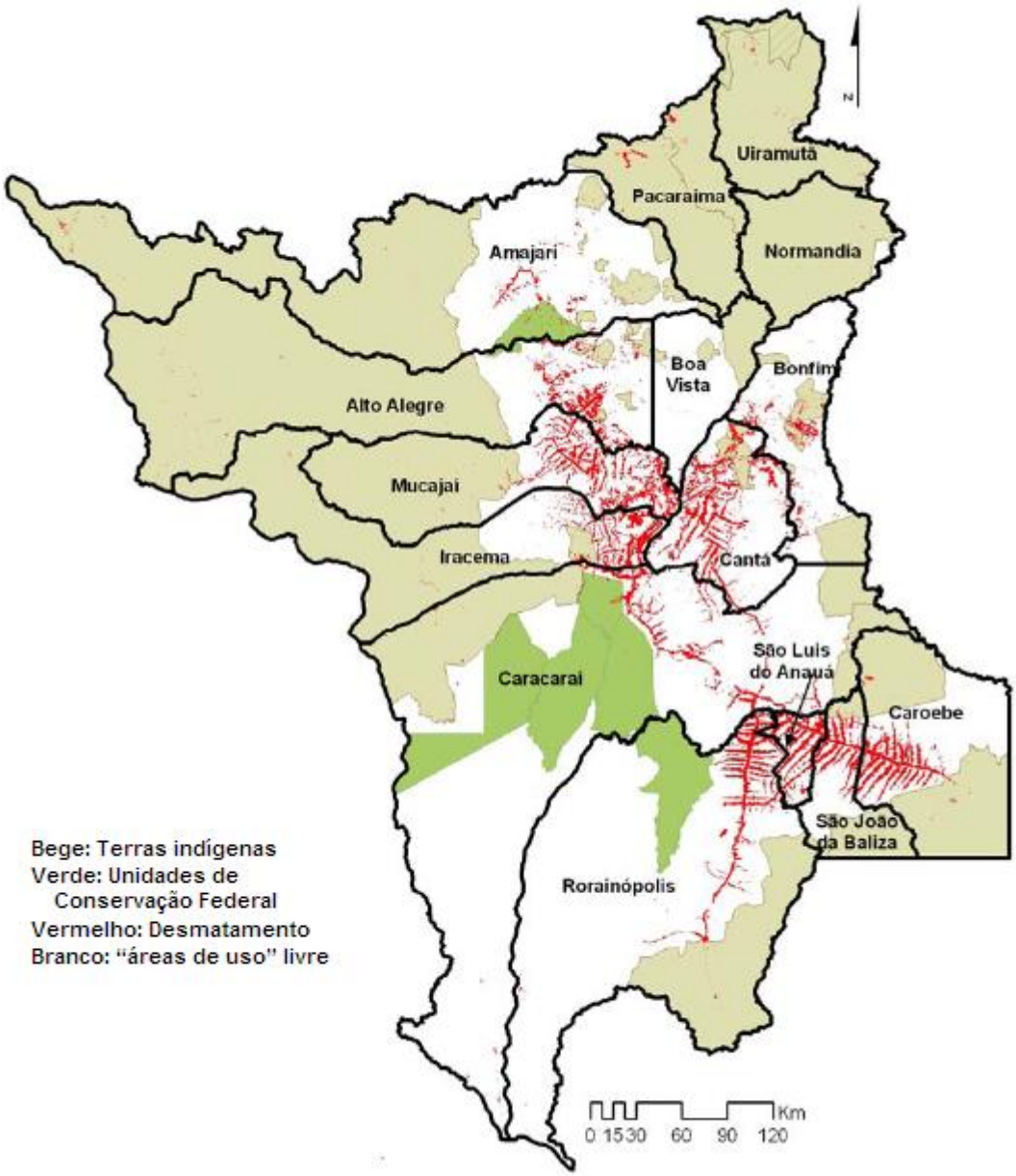

Figura 16 – Distribuição do desmatamento no âmbito dos municípios de Roraima até 2006

Fonte: INPA Roraima (2008).

O desmatamento médio anual entre os anos de 1978 e 2006 no estado de Roraima foi de 277 km^2. A Figura 17 apresenta esta evolução. A análise do mesmo, juntamente com o trabalho de Costa (2004), permite a verificação de pontos importantes, como:

i. O desmatamento aumentou a partir do final da década de 1970 devido à criação de projetos de assentamento e desenvolvimento de âmbito federal em Roraima (caso do distrito agropecuário entre Mucajaí e Iracema, e das áreas de colonização ao longo da BR-174 sul);
ii. As taxas sofrem elevação nas proximidades de anos eleitorais ou eventos políticos importantes para Roraima, como a transformação constitucional do antigo Território em Estado da Federação (entre os anos de 1988 e 89, verificou-se uma taxa de desmatamento de 630 km^2/ano – a maior registrada até 2006);
iii. A presença de nuvens em alguns anos faz com que parte do desmatamento não visto em um ano seja contabilizado no seguinte, como no período de 2001/02 (84 km^2) para 2002/03 (439 km^2);
iv. Crescimento linear do desmatamento; e
v. Grande parte do desmatamento na Região Amazônica é, segundo Weinhold e Reis (2008) proveniente de obras de infraestrutura, mais precisamente de construção de rodovias.

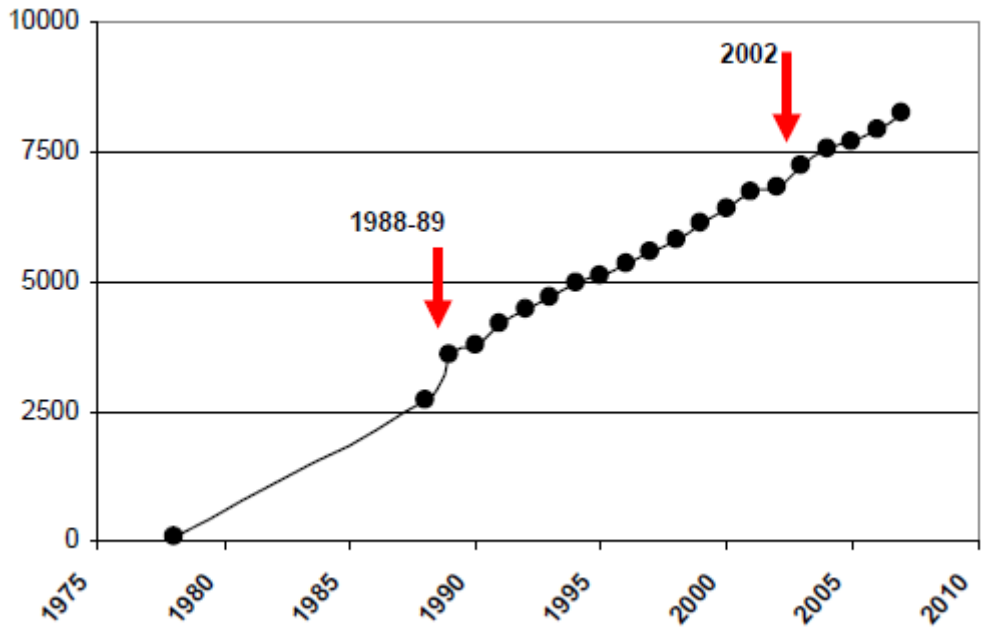

Figura 17 – Área desmatada acumulada em Roraima 1978-2007 (km^2)

Fonte: INPA Roraima (2008).

De acordo com dados do Programa Brasileiro de Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite (PRODES), os municípios ao sul do Estado como Caroebe, Rorainópolis, São João da Baliza e São Luiz do Anauá possuíam, em conjunto, mais de 3.000 km^2 (ou 300.000 hectares) de áreas de desflorestamento em 2009 (PRODES, 2009). Rorainópolis era o município que apresentava a maior área desmatada, com aproximadamente 1.062 km^2. Caroebé era o segundo, com 904 km^2, São Luiz do Anauá o terceiro, com 545 km^2, e São João da Baliza o quarto, com 503 km^2. A Figura 18 apresenta a evolução do desmatamento em alguns municípios da região.

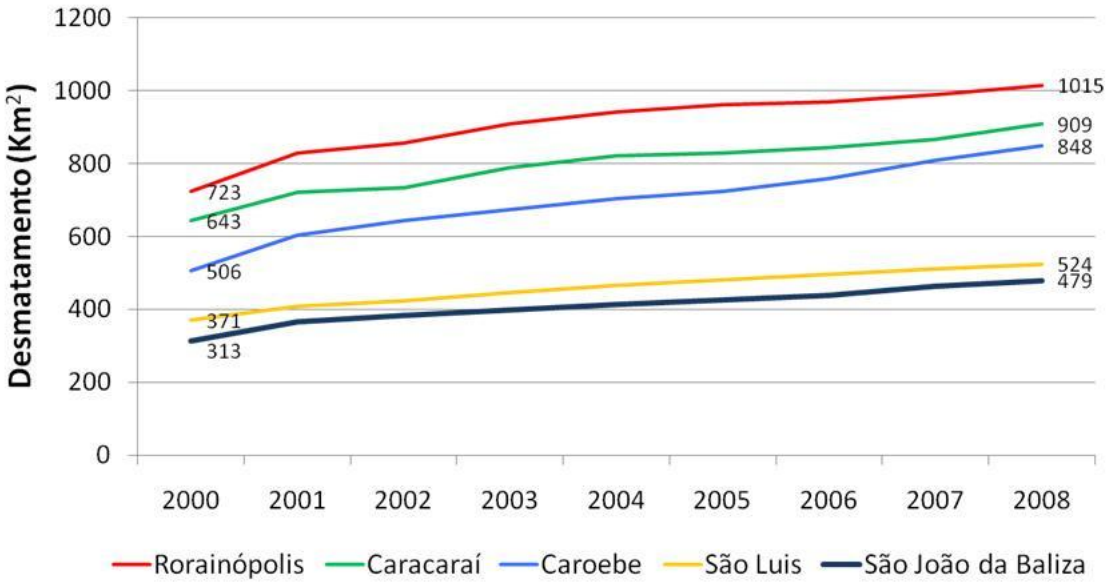

Figura 18 – Total de área desmatada no sul de Roraima, entre 2000 e 2008

Fonte: Prodes (2009).

As tipologias florestais que mais foram atingidas pelo desmatamento em Roraima, até 2006, foram as Florestas de Contato e as Ombrófilas Densas[12]. A primeira representava 44,6%, ou 3.588 km^2, e a segunda representava 43,5%, ou 3.498 km^2. No caso das Ombrófilas Densas, sua distribuição espacial está relacionada diretamente com o desmatamento que ocorre na região sul do Estado, atingindo sistemas florestais mais úmidos e de baixa altitude (INPA RORAIMA, 2008).

O município de Rorainópolis (antiga Vila do INCRA) é um exemplo típico de assentamento humano em áreas periféricas da Amazônia, promovido pelos planos de colonização dos governos militares. Até hoje é um pólo de capilaridade do desmatamento na região sul do Estado. Esse município também é um forte pólo madeireiro, que cresceu devido à atração provocada pela facilidade de escoamento da produção para os mercados de Manaus e Bom Vista.

Esses assentamentos foram, e ainda são, principalmente os implantados ao longo do trecho sul das BR-174 e 210 (em sua maior parte dentro do Programa de Assentamento Dirigido - PAD – Anauá), que alcança esta região e onde estão os atuais municípios de Caroebe, São João da Baliza e São Luiz do Anauá.

[12] As tipologias Florestas de Contato e Ombrófilas Densas (ou Floresta Pluvial densa) são vegetações características da Região Amazônica, podendo ser citadas como principais as espécies *Hevea* e *Virola*.

Apesar de o município Rorainópolis não ser um dos mais populosos, com apenas 25.500 habitantes, a renda per capta anual é uma das mais altas da região sul do Estado, da ordem de R$ 7.241,00, só perdendo para Caroebe, cuja renda per capta é de R$ 7.939,00. Outros municípios próximos, como Caracaraí, Rorainópolis e São Luiz do Anauá, ainda possuem uma renda per capita anual inferior a R$ 6.500,00 (IBGE, 2010).

Embora conte com a maior renda per capita anual, Rorainópolis possui um índice de pobreza bastante elevado quando comparado com os de municípios próximos de menor renda. Nesse sentido, o desenvolvimento da agricultura familiar na região pode, além de aumentar a renda per capita anual de municípios vizinhos, contribuir para a diminuição do índice de pobreza tanto de São João do Baliza como de seus arredores. A Tabela 11 apresenta alguns dados sociais típicos de alguns municípios da região sul do Estado, facilitando a comparação entre eles.

Tabela 11 – Aspectos sociais de alguns municípios do sul do Estado

Município	Habitantes	Renda per capta anual	IDH	Índice de Pobreza (%)
Caracaraí	19.235	6.388,00	0,70	49,71
Rorainópolis	26.546	6.077,00	0,68	39,80
São Luiz do Anauá	5.979	6.185,00	0,70	41,57
São João da Baliza	6.028	7.241,00	0,73	54,13
Caroebe	7.569	7.939,00	0,66	33,91
Total/Média	**65.357**	**6.766,00**	**0,69**	**43,82**

Fonte: IBGE (2010).

Desta forma, a mudança para uma fonte descentralizada de energia, mais limpa e renovável, com a participação da comunidade e maximizando os benefícios sociais e econômicos, deve ser vista como uma alternativa para um desenvolvimento mais sustentável da região (LA ROVERE et al, 2004).

3.4 A Conta Consumo de Combustível (CCC)

O Sistema Isolado é caracterizado por possuir um mercado cativo de energia, com forte participação estatal e fraca regulação. Devido suas características, a preocupação maior nesta região está no acesso à energia com tarifas proporcionais ao nível de renda da população e também na diminuição de despesas com geração térmica, que em muitas vezes é ineficiente.

Em 5 de julho de 1973, através da promulgação da Lei nº 5.899, foi instituída a Conta Consumo de Combustíveis (CCC), com o objetivo de dividir o custo da energia térmica necessária para suprir a falta de energia elétrica nas épocas de seca e consequente baixa produção de energia elétrica nos sistemas interligados. Porém, segundo Rodrigues (2006) e Santos (2008), desde 1993, ela foi estendida ao Sistema Isolado, através da CCC-ISOL, para proporcionar energia elétrica em lugares mais afastados do país. Desde 2006, o sistema de rateio para o Sistema Interligado está extinto e, em 2022, há a previsão do mesmo ocorrer para o Sistema Isolado (Lei nº 10.438/02).

A CCC é definida pela ANEEL (2011b) como um encargo, pago pelas empresas de distribuição de energia elétrica, com o intuito de financiar os custos oriundos do uso de combustíveis fósseis, como o óleo Diesel, na geração em termelétricas. Cada empresa tem um montante anual estabelecido com base nas previsões do Plano Anual de Operação e do Plano Anual de Combustíveis, que são publicados anualmente pela Eletrobrás.

A Eletrobrás possui o Grupo Técnico Operacional da Região Norte (GTON), que é o responsável por determinar os montantes anuais que devem ser arrecadados para a CCC. Através do Plano Anual de Combustíveis do Sistema Isolado são estabelecidas as quantidades de combustível necessárias para atender a demanda energética prevista a ser gerada pelas termelétricas, assim como determinado o aporte financeiro necessário para a cobertura das despesas de cada uma das subcontas (SANTOS, 2006).

A CCC-ISOL é, conforme Santos (2008), o principal encargo da tarifa de energia elétrica que é praticada em diversos Estados brasileiros. Toda a arrecadação

anual é repartida entre concessionárias de energia, tanto do Sistema Interligado Nacional (SIN) quanto do Sistema Isolado. De maneira geral, as concessionárias são divididas em dois grandes grupos, as beneficiárias e as financiadoras.

As beneficiárias são as concessionárias que atendem os consumidores que se beneficiam do subsídio e, devido a isso, apresentam fluxo financeiro líquido negativo da CCC-ISOL. Estão nesse grupo as concessionárias da Região Norte, com exceção da Celtins e da Cemat. As financiadoras, por outro lado, são aquelas que possuem os consumidores que financiam o encargo e, assim, acabam por ter um fluxo financeiro líquido positivo da CCC-ISOL. Pertencem a este grupo as concessionárias das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste.

Algumas concessionárias financiam e recebem os recursos da CCC-ISOL, uma vez que estas atuam em regiões do SIN e também do Sistema Isolado, como é o caso da Celpe, Cemar, Coelba, Eenersul e, principalmente, da Celpa e da Cemat. Nestes casos, é definido como parâmetro de rateio, segundo Santos (2008), o percentual que a geração térmica representou na geração total de energia dessas concessionárias.

A principal justificativa para tal medida, de acordo com Santos (2006), é que, para os beneficiários, ela proporciona e assegura a oferta de energia elétrica a áreas urbanas e rurais de baixa renda e densidade de carga como forma de promover o desenvolvimento econômico e social e também a redução das desigualdades regionais. Acrescenta-se ainda a compatibilidade que o funcionamento de PCHs e de outras fontes de energia renovável tem com o perfil socioeconômico dos mercados a serem atendidos, incentivando formas de geração que permitam reduzir tanto os problemas ambientais quanto os custos. Além disto, estes projetos acabam por contribuir para a modicidade da tarifa aos consumidores finais por reduzirem os dispêndios da CCC.

A sub-rogação da CCC foi criada com o objetivo de fomentar o desenvolvimento, dentro do Sistema Isolado, de projetos de geração a partir de fontes renováveis. Ela compreende as despesas com empreendimentos de geração que, no futuro, produzam a diminuição do ônus referente à aquisição de combustíveis fósseis.

Regulamentado pela Lei n° 9.648/98 e pela Resolução ANEEL n° 146/0574, a sub-rogação da CCC tem por finalidade incentivar projetos que consigam substituir total ou parcialmente a geração termelétrica a partir de derivados de petróleo ou, então, ao atendimento a novas cargas devido ao crescimento do mercado (SANTOS, 2008). Somente projetos posteriores a 2002 com o uso de uma das seguintes tecnologias são plausíveis de sub-rogar a CCC. Eis, a seguir, projetos desta natureza:

i. Usinas hidrelétricas de potência superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW, mantidas as características de pequena central hidrelétrica (PCH), de acordo com o estabelecido na Resolução nº 394, de 4 de dezembro de 1998;
ii. Geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis alternativas como a eólica, a solar e a biomassa;
iii. Transmissão e/ou distribuição de energia elétrica; e
iv. "Sistemas de transporte de gás natural, na proporção de sua utilização para fins de geração de energia elétrica, e projeto de eficientização de central termelétrica ou de troca de combustível, desde que represente redução do dispêndio da CCC" (Resolução ANEEL 146/05, Art. 2º)

A Lei nº 12.111 de 2009 indica que a sub-rogação da CCC reembolsará, a partir de 30 de julho de 2009, o montante igual ao custo total de geração da energia elétrica para o atendimento ao serviço público de distribuição de energia e nos Sistemas Isolados, sendo que, no custo total de geração de energia elétrica nos Sistemas Isolados, deverão estar incluídos os custos relativos:

i. à contratação de energia e de potência associada;
ii. à geração própria para atendimento ao serviço público de distribuição de energia elétrica;
iii. aos encargos do Setor Elétrico e impostos; e
iv. a 75% dos investimentos realizados.

O reembolso é pago nos 72 meses consecutivos ao início de operação do projeto para aproveitamentos hidrelétricos e em 96 para os demais empreendimentos. Isto porque o valor do reembolso do combustível utilizado na usina desativada (total ou parcialmente) após a implantação do projeto deve ser extinto justamente na data de

início do pagamento do benefício, conforme apresentado no Art. 4 da resolução Aneel 146/05.

O Art. 8º da Resolução Aneel nº 245 determina o valor mensal dos recursos da CCC a ser destinado aos beneficiários, de acordo com a seguinte fórmula:

$$V_i = Ec_i * K * (1000 * \rho * PC_i - TEH) \qquad \text{(Equação 3.1)}$$

Onde:

V_i = Valor do benefício a ser pago no mês i (em R$);

Ec_i = Energia medida no ponto de entrega ou o valor máximo mensal (em MWh);

K = fator de redução dos dispêndios da CCC, igual a:

0,9 (nove décimos) para o pagamento das parcelas devidas até 31 de dezembro de 2008;

0,7 (sete décimos) para o pagamento das parcelas devidas até 31 de dezembro de 2014; e

0,5 (cinco décimos) para o pagamento das parcelas devidas após aquela data;

ρ = consumo específico da geração termelétrica substituída, sendo limitado a:

0,30 l/kWh para centrais térmicas que utilizem óleo Diesel;

0,38 kg/kWh para centrais térmicas que utilizem óleo combustível; e

0,34 l/kWh para projetos que visem o atendimento a novos mercados;

PCi = preço CIF do combustível substituído, quando for o caso, ou o preço do óleo Diesel no Estado da Federação do respectivo atendimento, conforme estabelecido no Plano Anual de Combustíveis, quando for o caso de atendimento a novos mercados, no mês i, expresso em R$/l ou R$/kg; e

TEH = Tarifa de Equivalente Hidráulico, publicada pela ANEEL (em R$/MWh).

Segundo Santos (2008), um grande benefício da CCC é a contribuição para a ocupação do espaço amazônico, uma vez que ela proporciona a permanência de vilarejos e comunidades no interior dos Estados da região Norte. A autora acrescenta

que isso se torna mais importante no caso de comunidades localizadas em regiões próximas à fronteira.

Porém, apesar deste incentivo, a resposta dos empreendedores e das empresas privadas não tinha sido, até 2003, a desejada (CAVALIERO, 2003). Com exceção das PCHs, somente a UTE Itacoatiara fez uso deste benefício. Os outros projetos contemplados foram cinco linhas de transmissão (Campo Novo/Brasnorte, Brasnorte/Fazenda Cortez, Jardim/Porto Murtinho, Sapezal, Tabaporã), dois projetos de eficientização (UTE Feijó e UTE Manoel Urbano) e nove PCHs (Monte Belo, Altoé II, Cabixi II, Santa Lúcia II, Rio Branco, Faxinal II, Saldanha, Garganta do Jararaca, Primavera), explica Santos (2008).

Cabe ressaltar ainda que, se em 2022 os sistemas do interior estiverem na mesma situação que se encontram hoje, será impossível eliminar o subsídio da CCC sem causar grandes e graves danos no atendimento do serviço de energia elétrica (CAVALIERO, 2002).

3.5 Fontes de Recursos para o Desenvolvimento da Região Norte

Em 2010, estavam disponíveis diversas formas de apoio financeiro para projetos que visem ao desenvolvimento da Região Amazônica. Dentre eles se destacam o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte do Banco da Amazônia (FNO/BASA) e o Fundo de Desenvolvimento da Amazônia da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (FDA/Sudam).

O FNO, cuja abrangência compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, é a principal fonte de recursos financeiros de longo prazo para crédito de fomento, direcionado para atividades produtivas de baixo impacto ambiental, e tem como objetivo principal o desenvolvimento sustentável da Região Norte (BASA, 2011).

O BASA, tomando como referencial a Constituição Federal, a Lei 7.827/89 e o PPA-1996/99, determina alguns princípios e diretrizes na operacionalização dos programas de financiamento do FNO. Sendo os mais importantes:

i. Concessão de financiamentos, exclusivamente aos setores produtivos privados da região;
ii. Tratamento preferencial às atividades produtivas de mini/pequenos produtores rurais e micro/pequenas empresas;
iii. Prioridade para produção de alimentos básicos destinados ao consumo da população, bem como aos projetos de irrigação, quando pertencentes a produtores rurais, suas associações e cooperativas;
iv. Uso intensivo de matérias-primas e mão-de-obra locais;
v. Uso de tecnologia compatível com a preservação do meio ambiente;
vi. Adoção de prazos e carências, limites de financiamento, juros e outros encargos diferenciados ou favorecidos, em função dos aspectos sociais, econômicos, tecnológicos e espaciais dos empreendimentos;

São beneficiários dos recursos do FNO os produtores rurais (pessoas físicas e jurídicas de direito privado e de capital nacional), empresas de direito privado e de capital nacional e estrangeiro (com exceções), assim como associações e cooperativas de direito privado e de capital efetivamente nacional (BASA, 2011).

Dentro do FNO, existe o Programa de Financiamento ao Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FNO - Amazônia Sustentável) que visa financiar implantação, ampliação, modernização e reforma de projetos e/ou indústrias, cuja viabilização se dará por meio de investimento fixo e/ou semi-fixo, investimento misto (fixo, semi-fixo e custeio associado), custeio não-associado (isolado) e comercialização.

Os encargos financeiros variam de 5% ao ano (micro empresas) a 8,5% (grandes empresas). Os prazos de financiamento serão dimensionados de acordo com a capacidade de pagamento do beneficiário, atendendo aos seguintes critérios: i) prazo de carência de até seis meses; ii) para investimento fixo ou misto, até 12 anos, incluída a carência, podendo, para culturas de longo ciclo de maturação, ser estendido até 20 anos, incluída a carência de até 12 anos, de acordo com o prazo necessário inerente a cada

espécie, desde que justificado pela assistência técnica e comprovado pelo banco (BASA, 2011).

Já o FDA/SUDAM é um fundo de natureza contábil, criado pela Medida Provisória nº. 2.157-5, de 24/08/2001, regulamentado pelo Decreto nº. 4.254, de 31/05/2002, e gerido pela Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA). Ele tem por finalidade assegurar recursos para a realização de investimentos privados na Amazônia, impulsionando o desenvolvimento da região (SUDAM, 2011).

Este fundo tem por finalidade a implantação, a ampliação, a modernização e a diversificação de empreendimentos privados localizados na denominada Amazônia Legal, de acordo com as diretrizes e prioridades editadas pelo Ministério da Integração Nacional (SUDAM, 2011).

A participação no empreendimento pelo FDA se dá através da subscrição e integralização de debêntures conversíveis em ações com direito a voto, com a conversão limitada em até 15% e permitida apenas para empresas que possuem seu capital aberto na Bolsa de Valores. Essas debêntures têm garantia real mínima de 1,25 do valor subscrito e o prazo para vencimento é, incluindo o período de carência, de até 12 anos. Para esta operação, é exigida a participação de recursos próprios de, no mínimo e em moeda corrente, 20% do investimento total (SUDAM, 2011).

As debêntures, a partir de sua emissão, são atualizadas monetariamente de acordo com a variação da Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) e, após a data prevista para o projeto entrar em operação, podem ser acrescentado, a critério da ADA, juros de até 3% ao ano.

3.6 Conclusões do Capítulo 3

Este capítulo teve início com a apresentação do sistema elétrico brasileiro, mostrando a sua divisão entre Sistema Interligado Nacional (SIN) e Sistema Elétrico

Isolado (SI) e ressaltando o predomínio da geração hidrelétrica no SIN e a termelétrica a óleo Diesel na maior parte do SI.

Depois, também foram discutidas algumas das características da produção de energia elétrica no Sistema Isolado da região Norte, com sua divisão entre sistemas das capitais e do interior. Destaque foi dado aos pequenos parques geradores dispersos no estado de Roraima (89 no total), movidos principalmente a óleo Diesel (consumo de 24.095 m^3 no ano de 2010), que produzem energia elétrica para diversas comunidades, caracterizadas pela grande dispersão e pelo baixo poder aquisitivo. Posteriormente, foram apresentados alguns aspectos ambientais, como o aumento do desmatamento na Região Amazônica, que entre os anos de 1978 e 2006 apresentou um desmatamento médio anual de 277 km^2.

Por fim, foi apresentada a Conta Consumo de Combustíveis (CCC), que é definida pela Aneel como um encargo, pago pelas empresas de distribuição de energia elétrica, com o intuito de financiar os custos oriundos do uso de combustíveis fósseis, como o óleo Diesel, em termelétricas. Foi apontada também a possibilidade de sub-rogação da CCC, que tem por objetivo fomentar o desenvolvimento, dentro do Sistema Isolado, de projetos de geração a partir de fontes renováveis, contribuindo em até 75% do valor do investimento do empreendimento, reembolsáveis nos 96 meses subsequentes ao início de sua operação. Também foram apresentadas as principais fontes de financiamento para projetos que desenvolvam a Região Amazônica, como o Programa de Financiamento ao Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FNO - Amazônia Sustentável), do Banco da Amazônia (Basa) e o Fundo de Desenvolvimento da Amazônia (FDA) da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam).

4. REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO

A Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL) são métodos de avaliação de projetos de investimento os quais necessitam de um padrão (custo de capital) e se baseiam no conceito de fluxo de caixa descontado. Para que se opte pela execução de um determinado projeto, há de se fazer avaliações que considerem o objetivo de rentabilidade da empresa, isto é, a utilização de metodologias que permitam a escolha de alternativas de investimento que gerem rentabilidade para, no mínimo, não alterarem o valor de mercado da empresa (SANVICENTE, 1977).

Segundo Sanvicente (1977), os métodos de fluxo de caixa descontados consideram que o momento exato no qual se configura uma entrada ou uma saída de caixa é relevante, já que, no caso de dois projetos com entradas futuras que atinjam o mesmo montante final, mas com diferentes valores de entrada nos períodos futuros, eles possibilitam reinvestimentos, gerando retorno adicional.

As opções de investimento precisam ser trazidas ao valor presente para que possam ser analisadas em um mesmo período de tempo, que é sempre o atual. Enquanto a TIR corresponde à taxa de retorno esperada pelo projeto, o VPL representa o valor do dinheiro no tempo, trazido aos valores atuais. Isto o faz ser considerada uma técnica sofisticada de investimento (SAMAMEZ, 2004).

Sendo assim, é analisado cada método detalhadamente e é feita a comparação entre eles para saber qual aplicar no caso de projetos mutuamente exclusivos.

4.1 Valor Presente Líquido

O VPL é um método de análise de investimentos definido como a subtração das entradas e saídas de caixa do projeto ao longo dos anos, trazidas a valores presentes (MARTINS & ASSAF NETO, 1990). Segundo Gitman (2003), o VPL é uma técnica sofisticada de orçamento de capital, descontado por uma taxa especifica, a qual

representa o mínimo de rentabilidade para que o projeto não diminua o valor da empresa.

Denomina-se liquido, pois considera o saldo, no momento atual, das entradas e saídas, ou seja, a geração de fluxo de caixa positivo, nos períodos seguintes decorrentes da implantação do projeto, diminuídos das saídas, isto é, os investimentos realizados para a concretização do projeto. Essas entradas e saídas são descontadas à taxa que representa o custo de oportunidade da empresa (SCHUBERT, 1989).

Segundo Feibel (2003), a fórmula utilizada para o calculo do VPL é:

$$VPL = \sum_{t=1}^{N} \frac{C^{*}_{t}}{(1+i)^{t}} - C_0 \qquad \text{(Equação 4.1)}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido (em $)

t = Ano objeto da análise (em anos)

N = Horizonte de Duração do Projeto (em anos)

i = Custo do Capital (em % ao ano)

C^* = Fluxo de Caixa no Período (em $)

C_0 = Investimento Inicial (em $)

Segundo Sanvicente (1977), o cálculo do VPL é feito em três etapas:

i. Após a montagem da série de fluxos de caixa, definir a taxa de desconto, o que implica na escolha de uma taxa a qual possibilite ao projeto uma vantagem em relação à aplicação em investimentos através de fontes exteriores a empresa.
ii. Uma vez definida a taxa de desconto, deve-se trazer os fluxos de caixa futuros ao valor presente.
iii. Comparação entre o valor presente dos ingressos e o valor presente das saídas de caixa.

Para quem acredita que o VPL é um método extremamente correto, a hipótese implícita parte da premissa de que a taxa adequada de reinvestimento é o custo de capital e os valores finais alcançados serão sempre equivalentes aos valores presentes (SOLOMON, 1973).

4.1.1 Tomada de decisão

O método VPL é utilizado para auxiliar na decisão de aceitar ou não um determinado projeto, de acordo com o que ele pode oferecer no futuro.

O projeto que possuir VPL maior que zero, ou seja, cujas entradas, trazidas ao valor presente e descontadas pelo custo de capital da empresa, obtiverem valor superior ao valor das saídas, representadas pelo investimento necessário para a execução do projeto, deverá ser aceito. Já os projetos em que o VPL for menor que zero (valor das entradas inferior ao valor das saídas), não deverão ser aceitos (GITMAN, 2003).

Martins & Assaf Neto (1990) complementam indicando a relação existente entre o comportamento do VPL e a taxa de desconto utilizada. Se a taxa de desconto for igual à zero, o VPL será representado pela simples diferença entre os fluxos de caixa gerados pelo investimento e o valor do investimento. Quando a taxa começa a ser elevada, o valor presente das gerações futuras de caixa passa a decrescer até o momento em que se iguala a zero (nesse momento, é denominada taxa interna de retorno, a qual será analisada posteriormente nesse trabalho), sendo esta taxa a máxima de retorno indicada para o projeto. Assim, uma taxa de desconto superior tem como consequência a constatação de VPL negativo, que indica para a rejeição do projeto.

4.1.2 Existência de Projetos Alternativos

Existem casos em que o administrador deve optar por um determinado projeto em detrimento de outro, considerando a rentabilidade estimada pela análise. Isso pode ocorrer por existirem projetos com a mesma finalidade, denominados mutuamente

exclusivos, ou pela limitação de recursos da empresa, apesar de possuírem diferentes finalidades. Segundo Sanvicente (1977), em decorrência da necessidade de escolha entre dois projetos, enfrentam-se dois problemas:

i. Projetos com escalas de valores diferentes. Esse problema pode ser solucionado através da utilização do índice de rentabilidade, o qual consiste no quociente entre o valor atual das entradas e o das saídas, sendo que o projeto que possuir o índice com maior valor será escolhido. Deve haver atenção com a coerência na seleção de critérios de escolha de tratamento de valores, como entrada ou dedução no denominador, por exemplo.
ii. Distinção entre os prazos em que os fluxos de caixa aparecem. Esse obstáculo pode ser ultrapassado com o uso do método, do custo anual uniforme, o qual faz, com que os valores presentes das series de fluxos de caixa tornem-se series de fluxos anuais com o mesmo valor presente original.

Quando os projetos possuírem horizontes (prazos) iguais, a opção recairá sobre o projeto que proporcione maior VPL. Outro fato a ser observado é a existência ou não de restrição de capital para investir, a qual pode ser relevante quando existirem projetos com valores distintos e positivos e diferentes escalas de investimentos, podendo ser um maior que o outro ou distribuídos em períodos subsequentes (SIZO, 1985).

4.2 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno é, segundo Sanvicente (1977), a taxa de desconto que torna o valor presente liquido igual à zero, isto é, a taxa que iguala os valores presentes de entradas e saídas. Balarine (2002) acrescenta que ela também é conhecida como IRR (*Internal Rate of Return*, em inglês), que equivale no cálculo da taxa de desconto, a qual é considerada uma sequência de entradas e saídas de caixa, zerando o Valor Presente Liquido (VPL).

Para que um projeto possa ser analisado pelo método da TIR, é necessário o conhecimento do montante a ser gasto para a execução do mesmo (pode ser um gasto único ou distribuído em mais de um período), assim como o valor dos fluxos de caixa positivos que serão alcançados única e exclusivamente com a operação do projeto. Por considerar o valor do dinheiro no tempo, pode-se dizer que a TIR corresponde a uma taxa de juros equivalente para o período (MARTINS & ASSAF NETO, 1990).

Para Gitman (2003), a TIR possivelmente constitui-se como a ferramenta de orçamento de capital mais utilizada, apesar de ser mais difícil de ser calculada manualmente que o VPL. Ele complementa definindo-a como a taxa anual composta que a empresa obteria, depois de realizado o investimento no projeto, caso as respectivas entradas de caixa forem confirmadas.

Segundo Feibel (2003), a fórmula utilizada para o calculo da TIR é:

$$C_0 - \sum_{t=1}^{N} \frac{C_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

(Equação 4.2)

Onde:

t = Ano objeto da Análise (em anos)

N = Horizonte de Duração do Projeto (em anos)

C_t = Fluxo de Caixa do ano objeto da Análise (em $)

TIR = Taxa Interna de Retorno (em % a.a.)

C_0 = Investimento Inicial (em $)

Para quem utiliza esta análise, pressupõe-se de maneira implícita que o reinvestimento nos fluxos intermediários de caixa foi feito utilizando-se a taxa interna de retorno (MARTINS & ASSAF NETO, 1990). Segundo Solomon (1973), aos analistas que adotam a TIR como correta e sem contestações, admite-se, como hipótese implícita, que a taxa pertinente de reinvestimento corresponde à taxa obtida por um projeto ao longo de sua vida útil, ou seja, a sua própria taxa interna.

4.2.1 Tomada de decisão

A TIR também serve como critério para análise da viabilidade de determinado projeto. Se a TIR for maior que o custo de capital, deve-se aceitar o projeto. Por outro lado, se representar um valor inferior ao valor do custo de capital da empresa, rejeita-se o projeto. Isso faz com que a organização alcance, no mínimo, seu retorno exigido para aumentar o valor da empresa e maximizar o lucro dos acionistas (GITMAN, 2003 e SCHUBERT, 1989).

Cabe ressaltar que quando um determinado projeto é recusado, devido ao valor da TIR representar um valor inferior ao custo de capital da empresa, não quer dizer que o projeto não seja lucrativo, já que o poderá ser. Entretanto, o projeto só será viável com uma taxa de retorno inferior à definida como mínima pela empresa (MARTINS & ASSAF NETO, 1990).

Outro fato importante para a tomada de decisão é a hipótese de os fluxos intermediários de caixa não conseguirem ser reinvestidos com a rentabilidade obtida no calculo da TIR. Nesse caso, a taxa interna de retorno irá decrescer proporcionalmente às taxas de reinvestimento utilizadas, podendo ter como consequência a transformação do projeto em uma alternativa a ser rejeitada. Por isso, segundo Martins & Assaf Neto (1990), deve-se atentar ao reinvestimento dos fluxos intermediários, pois, em um cenário pouco otimista, o retorno gerado pode não ser suficiente para arcar com os compromissos financeiros previstos.

Segundo Porterfield (1976), é necessário que se junte ao critério da TIR as expectativas de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa, de maneira que a taxa de retorno constitua uma base confiável para análise de investimentos.

Quando o projeto a ser analisado produzir fluxos de caixa negativos e positivos ao longo do seu prazo (chamado de investimento não convencional), poderá ser encontrada diferentes taxas de retorno (pode produzir uma taxa positiva e outra negativa), as quais igualam, num certo momento, os ingressos e retiradas de caixa ou,

em alguns casos, não encontram nenhuma taxa. Para solucionar esse problema, geralmente utiliza-se o método do VPL.

4.2.2 Existência de Projetos Alternativos

Segundo Sizo (1985), para alternativas de investimentos concorrentes, com mesmo horizonte, isto é, com o mesmo prazo, não é suficiente a comparação da TIR de uma com a TIR de outra, já que o método da TIR não leva em conta os valores dos fluxos de caixa gerados a partir do projeto. O procedimento, nesse caso, é divido em três partes:

i. Calcula-se o valor da TIR do primeiro projeto e compara-se ao custo de capital da empresa. Se for maior ou igual ao custo, viabiliza-se o projeto e deve-se continuar a seleção;
ii. Calcula-se a TIR do segundo projeto e compara-se ao custo de capital. Se for maior ou igual ao custo, viabiliza-se o projeto e deve-se continuar a seleção.
iii. Visto que as alternativas são viáveis, faz-se uma análise incremental, a qual consiste na subtração do fluxo com maiores magnitudes de valores, dos fluxos com menores magnitudes de valores e, a partir do fluxo resultante, calcula-se a sua taxa interna de retorno. Se o valor do fluxo incremental for maior que o valor do custo de capital da empresa, se aceita o projeto com as maiores magnitudes de valores. Porém, se o valor da TIR for inferior ao valor do custo de capital, opta-se pelo projeto com as menores magnitudes de valores. E, caso o valor da TIR for igual ao valor do custo de oportunidade, a escolha torna-se indiferente.

Quando a seleção de alternativas incorrerem no cálculo de possibilidades com períodos de tempo diferentes, deve-se igualar a vida das oportunidades para operacionalizar a aplicação do método. Para isso, além de calcular a taxa de retorno de cada alternativa e fazer a análise incremental, efetua-se a operação que permite aos projetos conflitantes a equiparação de seus horizontes, é chamada de método do custo

anual uniforme. É importante frisar que a transformação das alternativas em alternativas com horizontes iguais precedem a análise incremental (SIZO, 1985).

Nesse caso, a análise incremental fornecerá um resultado em valor absoluto, o qual pode ser interpretado da seguinte forma:

i. Valor maior que zero, seleciona o projeto que foi subtraído;
ii. Valor menor que zero, seleciona o projeto que subtraiu e;
iii. Valor igual à zero, escolha indiferente.

4.3 Relação entre a TIR e o VPL

Segundo Sanvicente (1977), o método da TIR e o método do VPL estão intimamente relacionados. Enquanto o VPL representa a diferença entre o valor atual das entradas e o valor atual das saídas, utilizando-se o custo de capital com taxa de desconto, a TIR é a taxa de desconto que iguala o VPL a zero.

Geralmente, os dois métodos levam a decisão de aceitar ou rejeitar determinado investimento. Porém, a aplicação dos métodos em projetos em que a aceitação de um gera a rejeição do outro poderá produzir resultados conflitantes para a tomada de decisão. Isso acontece porque são utilizadas diferentes taxas de reinvestimentos, adotadas pelos critérios de fluxos intermediários de caixa, e pelo valor do investimento em cada projeto.

Para os conflitos decorrentes das diferentes taxas de reinvestimento, quando duas alternativas mutuamente exclusivas possuem TIR superior ao custo de capital da empresa e VPL superior a zero, sendo que uma alternativa possui TIR e VPL menor que a outra, deve-se encontrar o ponto de indiferença dos projetos, isto é, a taxa de desconto que ao ser utilizado iguala o VPL de ambas as alternativas (SANVICENTE, 1977).

A partir desse valor o conflito se resolve, já que os valores inferiores à taxa no ponto de indiferença favorecerão a alternativa com maior VPL e os valores superiores à

taxa de desconto no ponto de indiferença favorecerão o projeto com a TIR maior. Essa situação é demonstrada através da utilização de um gráfico em que cada método ocupa um eixo e cruzam-se as retas obtidas através do calculo da TIR e do VPL de cada alternativa (SANVICENTE, 1977).

Além disso, há conflitos relacionados aos volumes de investimentos exigidos em cada projeto. Novamente, considera-se o conflito para projetos mutuamente exclusivos. Nesse caso, o conflito tem sua raiz no fato de a TIR ser expressa em valores percentuais, e não absolutos, como o VPL. Isto faz com que o volume do investimento seja ignorado (por exemplo, um investimento de R$ 200 mil, a uma taxa de 29% ao ano, traz mais retornos financeiros do que um investimento de R$ 100 mil, a uma taxa de 35% ao ano).

Por isso é que, para diferentes escalas de investimento, o VPL pode apresentar uma significativa superioridade sobre o método da TIR. Outra maneira de resolução desse problema é, segundo Martins & Assaf Neto (1990), a utilização da análise incremental, sendo que se deve atentar ao retorno incremental oferecido pela alternativa de maior investimento, o qual não é previsto na análise pela TIR.

Segundo Gitman (2003), a causa dos conflitos decorre do pressuposto implícito sobre o reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa, uma vez que o VPL considera que os ingressos de caixa devem ser reinvestidos ao custo de capital, enquanto a TIR considera que o reinvestimento terá como retorno a própria taxa interna de retorno do projeto.

Além disso, projetos com magnitudes de investimentos semelhantes e entradas de caixa menores nos primeiros anos tendem a ser preferidos por taxas de desconto menores, e projetos com entradas de caixa maiores nos primeiros anos tendem a ser preferidos por taxas de desconto maiores. Isso porque os ingressos de caixa descontados a taxas altas tendem a ser castigadas em termos de valor presente. O que quer dizer que a magnitude e o timing (momento em que ocorrem) das entradas de caixa afetam sua classificação.

Conforme Solomon (1973), uma política racional de investimentos requer que os orçamentos ofereçam retornos com valor presente maior que o valor das despesas

necessárias para obtê-lo quando ambos os fluxos são descontados no custo de capital da empresa. No caso de as propostas serem mutuamente exclusivas, sem oportunidades especiais de reinvestimento, a alternativa que proporcionar maior contribuição ao VPL constitui-se na melhor oportunidade de investimento. Há casos, como o de investimento em pesquisa pura, que não admitem avaliação, uma vez que deve recorrer a uma base subjetivo-opinativa para a decisão de quanto e como gastar.

A escolha sobre qual abordagem levar em consideração envolve enfoques diferentes. Por um lado, tem-se o VPL como a melhor alternativa do ponto de vista teórico, pois considera que os fluxos intermediários de caixa gerados pelo investimento serão reinvestidos ao custo de capital da empresa. Isso proporciona uma estimativa mais conservadora e realista, visto que o custo de capital representa uma taxa que a empresa poderia realmente reinvestir. Além disso, há a justificativa de que investimentos não convencionais podem produzir mais de uma TIR, ou até mesmo uma taxa igual à zero.

Em contra partida, considera-se a visão prática a qual sugere que, mesmo com a superioridade teórica do VPL, gerentes financeiros preferem a utilização da TIR, já que preferem taxas percentuais em vez de retornos reais em termos monetários. Os gerentes tendem a considerar o VPL menos intuitivo, pois este não mede benefícios em relação ao montante investido (GITMAN, 2003).

Portanto, diante de situações conflitantes, o administrador deve atentar a taxa prevista de reinvestimento e a escala do investimento. Para projetos mutuamente exclusivos, podem ser obtidas conclusões ambíguas em função de características e pressupostos básicos dos critérios de análise, apesar de que, no caso de projetos independentes, ambos produzem a mesma indicação de decisão.

A TIR dificilmente representa rigorosamente as oportunidades de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa, enquanto o custo de capital constitui uma versão mais fiel das oportunidades futuras de reinvestimento, já que essa taxa demonstra um valor aproximado do custo de oportunidade da empresa.

Apesar disso, a TIR não perde sua importância por representar, na prática, um indicador mais evidente e lógico de muitas pessoas. Entretanto, é imprescindível que as

limitações do método da TIR estejam claras aos consumidores da informação, principalmente em casos de alternativas mutuamente excludentes (MARTINS & ASSAF NETO, 1990).

4.4 Análise de riscos

Ate aqui, considerou-se que os fluxos de caixa gerados pelo investimento ocorreriam com certeza. Porém, como a tomada de decisão envolve uma escolha que considera o futuro, há de se lidar com a incerteza e o risco, isto é, com o desconhecimento parcial dos resultados a serem alcançados.

O risco considera que a probabilidade de uma situação afetar os resultados pode ser medida. Para o enquadramento desse risco na tomada de decisão, utiliza-se uma taxa interna de retorno ou taxa de desconto ajustada. Caso o uso dessa taxa altere o VPL para um valor negativo, o projeto deve ser rejeitado.

Esse método possui duas deficiências:

i. A taxa de desconto ajustada seria aplicada a todos os fluxos de caixa do projeto, independente da época em que aconteceu, o que torna a visão muito simplificada, já que a previsão de riscos em um futuro mais próximo é mais provável do que a previsão de riscos de um futuro longínquo.
ii. O custo de capital da empresa, calculado através de uma media ponderada dos custos das diversas fontes de capital, dentro das quais se inserem os recursos do proprietário, podem já ter precificado o risco previsto (SANVICENTE, 1977).

Segundo Schubert (1989), as circunstâncias que prevalecem em tomadas de decisão são divididas em três categorias: certeza, incerteza e risco. A diferença da incerteza para o risco está no fato de as probabilidades de ocorrência de um dado acontecimento ser conhecidas (risco), ou não (incerteza).

A elaboração de um projeto de investimento necessita de uma prévia e detalhada análise ambiental para, depois, aplicar as técnicas de previsão existentes a análise de mercado e, assim, minimizar riscos e transformar incertezas em riscos.

Para isso, o administrador deve avaliar a viabilidade da aplicação da análise a qual possui custos de execução elevados e, portanto, a sua utilização deve ser cuidadosamente avaliada.

Através do conhecimento do mercado e do produto, o administrador poderá avaliar o custo de implantação do projeto. A partir dai, organiza-se a fase operacional da empresa, para projeção do custo de produção. Após tudo isso, com a aplicação do método de simulação integral e utilizando programas adequados de processamento de dados, é possível projetar o fluxo de caixa, onde, através de técnicas probabilísticas, será possível obter o valor esperado de cada uma das projeções e o seu coeficiente de variação, que é a relação do desvio padrão e o seu valor esperado (SANVICENTE, 1977).

Segundo Gitman (2003), o risco no orçamento de capital se refere ao grau de variabilidade dos fluxos de caixa. Isso quer dizer que um projeto com pequena probabilidade de aceitação e ampla possibilidade de variação dos fluxos é mais indicado do que projetos com alta probabilidade e estreita faixa de fluxos de caixa esperados. Desta forma, o risco vem, geralmente, dos ingressos de caixa, uma vez que o investimento inicial pode ser obtido com relativa certeza.

As abordagens comportamentais relativas ao risco em orçamento de capital podem ser dividas em análise de sensibilidade e de situação e simulação, além de algumas considerações internacionais de risco.

A análise de sensibilidade considera a utilização de diferentes valores para determinada variável, através de estimativas pessimistas, prováveis e otimistas, obtendo-se a variação através da diferença entre a análise otimista e a pessimista, para avaliar o impacto das alterações no retorno da empresa. Já a análise de cenário possui uma área de atuação maior, sendo que analisa o impacto sobre o retorno da empresa de mudanças em inúmeras variáveis.

A simulação utiliza-se de técnicas probabilísticas para o desenvolvimento de uma distribuição de probabilidades de retorno do projeto, para que, além do valor esperado, o administrador tenha em mãos a probabilidade de igualar ou superar um retorno. As considerações internacionais de risco envolvem o risco da taxa cambial, o qual representa o perigo de redução do fluxo de caixa de um determinado projeto, em função de uma mudança imprevista na taxa cambial (GITMAN, 2003).

Há ainda risco político, o qual atinge as empresas que operam em vários países e envolve diferenças na legislação tributária de um país para o outro, preços de transferências, ou seja, o preço que as subsidiárias cobram umas das outras pelos bens e serviços negociados entre elas. Também se deve atentar ao ponto de vista estratégico, o qual, em alguns casos, apesar de o projeto apresentar VPL negativo, pode aceitar determinado projeto por um motivo estratégico da empresa.

Essas abordagens possibilitam ao administrador uma intuição do risco do projeto. Para ter uma noção quantitativa do risco utiliza-se uma técnica de ajuste ao risco do VPL. Isso pode ser feito através do ajuste das entradas de caixa ou da taxa de desconto. Segundo Gitman (2003), o ajuste das entradas de caixa é altamente subjetivo, fazendo com que o processo mais popular seja o de ajuste da taxa de desconto ao risco.

A taxa de desconto ajustada ao risco é a taxa que deve ser obtida para compensar adequadamente os proprietários da empresa. Quanto maior o risco, maior a taxa e, consequentemente, menor o VPL. Os gerentes avaliam o risco total de um projeto e o usam para determinar a Taxa de Desconto Ajustada ao Risco (TDAR).

Para não prejudicar seu valor de mercado, a empresa deve utilizar a taxa correta, sendo que uma taxa baixa para projetos altamente arriscados, ou uma taxa alta para projetos sem tanto risco, pode causar distorções na tomada de decisão.

A determinação da TDAR é subjetiva e aplicada pelo ajuste do retorno exigido, para mais ou para menos, de acordo com o nível de risco de determinado projeto. O alto uso da TDAR é decorrente de dois fatos: i) elas estão de acordo com a disposição geral dos tomadores de decisão financeira em relação a taxas de retorno e; ii) são facilmente

estimadas e aplicadas, por possuírem cálculos convenientes e com procedimentos bem desenvolvidos para sua utilização.

Na prática, a TDAR é utilizada para dividir os projetos subjetivamente em classes de risco, tendo cada classe sua respectiva TDAR. Desta forma, é possível que uma empresa com muitas linhas de produtos e/ou serviços faça uso de diferentes níveis de risco para cada departamento em um processo de orçamento de capital, e assim, reconhecer as distinções entre os níveis de risco dos projetos individualmente.

Com a crescente preocupação em relação ao desenvolvimento sustentável, no qual estão incluídas a utilização de fontes de energia renováveis e os impactos que as empresas causam ao meio ambiente, projetos devem ser criados preocupando-se em mitigar os impactos ambientais e maximizar os benefícios sociais. Porém, isto não quer dizer que não se deva dar atenção à viabilidade econômica do mesmo, uma vez que esta continua sendo o principal objetivo de qualquer organização privada.

Nesse contexto, a TIR e o VPL representam critérios de análise de projetos identificando a existência de viabilidade econômica, isto é, se o projeto traz um retorno satisfatório aos acionistas da empresa.

4.5 Aplicando a Casos Concretos

Esta parte do trabalho realizou uma revisão sobre a utilização da TIR e do VPL em trabalhos relevantes dentro da área de energia. Para isto, esta dissertação discorre sobre quatro trabalhos que foram realizados no final da primeira década do século XXI. Visando a melhor apresentação destes trabalhos, estes foram separados e são explicados um a um nas próximas subseções.

4.5.1 Primeiro Caso Concreto

O primeiro caso concreto a ser estudado nesta dissertação tinha como título "*Comparative analysis of different supporting measures for the production of electrical*

energy by solar PV and Wind systems: Four representative European cases", desenvolvido por Campoccia et al (2009).

A União Européia, diante da temática do desenvolvimento sustentável, promoveu as fontes de energia renováveis a uma de suas prioridades e, através de seu Conselho, definiu como meta que, em 2020, as fontes de energias renováveis representem 20% do total de energia produzida na Europa.

A partir disso, Campoccia et al (2009) estudaram as políticas adotadas por Alemanha, Franca, Itália e Espanha, em relação às energias eólica e solar, escolhidas por apresentarem a maior porcentagem de crescimento de 1997 a 2005 (11,2% e 12,1%, respectivamente). Os países foram selecionados por atingirem os melhores resultados na promoção de tecnologias relacionadas aos tipos de energia estudados e por possuírem sistemas implantados de diversas maneiras, ampliando a amostra do estudo.

Conforme se amplia o uso de energia solar e eólica, crescem os meios de estimulá-las. Existem varias formas de apoio, sendo que na União Européia a *feed-in tariff* (regulamentação do fornecimento de eletricidade à rede por produtores de energia a partir de tarifas diferenciadas de alimentação da rede) é o mecanismo mais utilizado. Isto se deve a maior garantia para a tomada de decisão do investidor e por ser mais facilmente integrado a outros mecanismos, como as subvenções de capital ou créditos fiscais, em relação à *green tags* (certificados comerciáveis para os benefícios ambientais da geração de energia elétrica através de fontes renováveis de energia), as quais apresentam limitações a longo prazo.

Para cada país considerado, há uma estratégia de utilização dos mecanismos e a Itália é o único país a utilizar as *green tags* (GT) para energia eólica. O restante dos países e a Itália, para energia solar, utilizam as *feed-in tariffs* (FIT), sendo que em cada país e para cada tipo de energia existe um critério estabelecido para as definições dos seus valores.

O objetivo da análise foi a comparação entre as estratégias de aplicação da FIT ou da GT, para verificar a viabilidade e, dentre os casos estudados, a mais vantajosa economicamente. A análise econômica das estratégias utilizadas nesses países foi obtida

através do cálculo do fluxo de caixa, tempo de *payback*, valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR).

O fluxo de caixa levou em conta o valor da FIT ou da GT, o preço da eletricidade no ano, um coeficiente para os custos de operação e manutenção (O&M), o custo inicial do investimento e o custo anual do seguro.

Após a definição dos fluxos, foram calculados o período de *payback*, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno, considerando-se três hipóteses de sistemas de produção de energia solar fotovoltaica (3 kWp e 20 kWp para sistemas fotovoltaicos integrados e 500 kWp para sistemas fotovoltaicos não integrados) para um custo de capital de 3% e um horizonte de 25 anos

Com relação à energia eólica, foram definidas mais três hipóteses (20 kW para micro-turbinas eólicas, 20MW para parques eólicos *onshore* e 50MW para parques eólicos *offshore*) com o mesmo custo de capital e horizonte de investimento.

Os resultados monstraram que praticamente todos os sistemas são viáveis (há casos em que a TIR apresentou valores inferiores ao custo de capital). Apesar disso, os VPLs foram todos positivos. Porém, nos casos em que a TIR foi inferior ao custo de capital, não atingindo o retorno mínimo exigido, o VPL foi negativo.

A estratégia italiana é a mais vantajosa dentre as estratégias comparadas para os sistemas fotovoltaicos de pequeno e médio porte, enquanto a Alemanha possui o sistema fotovoltaico mais vantajoso no tocante a sistemas de grande porte (500 kWp).

Além disso, através dos resultados, percebe-se as prioridades das estratégias utilizadas. Os alemães estimulam o desenvolvimento de sistemas de grande capacidade de produção de energia, enquanto os franceses e espanhóis privilegiam os sistemas de pequeno porte, sendo que sua estratégia de suporte através da FIT penaliza os sistemas maiores.

A utilização da GT na Itália, para os sistemas de energia eólica, demonstrou-se mais vantajosa em relação ao uso da FIT nos demais países considerados (maiores

valores de TIR para todas as hipóteses). Os sistemas *onshore* são muito mais rentáveis na Itália e na Espanha do que na Alemanha e na França, já que apresentam taxas internas de retorno muito mais altas do que nos últimos países.

Portanto, segundo Campoccia et al (2009), a Itália apresentou a estratégia de apoio mais conveniente em relação aos sistemas de energia eólica e solar. Ainda segundo os autores, a análise dos resultados apresentados indicou que uma série de fatores pode influenciar o calculo da TIR e do VPL, sendo que a irradiação solar e a disponibilidade dos ventos, que variam de lugar para lugar, inclusive dentro do mesmo país, podem alterar os resultados da análise e conduzir a diferentes conclusões.

4.5.2 Segundo Caso Concreto

O segundo caso concreto, intitulado "*Case study feasibility analysis of the Pelamis wave energy convertor in Ireland, Portugal and North America*" elaborado por Dalton et al (2010), por sua vez, teve como objetivo a análise da viabilidade econômica da utilização do dispositivo denominado *Pelamis* (o qual transforma a energia das ondas em energia elétrica) em seis estudos de caso entre países da Europa (Irlanda e Portugal) e América do Norte (Estados Unidos e Canadá). Mais uma vez, o estudo tem relação com a meta de 20% de contribuição das energias renováveis estabelecida pelo Conselho Europeu. Vale ressaltar que alguns dos países estudados possuem metas ainda maiores para o mesmo período (20% da produção de energia elétrica proveniente de fontes renováveis até o ano de 2020).

Para isso, utilizou-se o custo da energia elétrica (COE, na sigla em inglês) como critério de referência pelo qual os projetos de energia renovável são julgados. O COE representa o preço de equilíbrio, isto é, o preço no qual as despesas e receitas se igualam. Apesar de a TIR e o VPL serem preferíveis para a análise da viabilidade econômica, o COE (por ser mais utilizado nos casos de projetos de energia das ondas) foi o principal indicador desse estudo.

Foram escolhidos quatro países para esse estudo: Irlanda, Portugal, Estados Unidos e Canadá, sendo que nos países da América do Norte a análise se dividiu entre

costa leste e costa oeste. A análise econômica considerou dados de 2007 e a tomada de preços foi feita em 2004 (preços baixos) e 2008 (preços altos), além de ser efetuada para verificar a viabilidade, a rentabilidade e o desempenho do *Pelamis*.

Os dados utilizados para a análise econômica consideraram o cálculo da energia e foi verificada a energia produzida por ano, o tamanho e o período de duração das ondas, o custo inicial, a quantidade de dispositivos usados, o custo de revisão, a reposição, O&M, o crédito para os projetos já concluídos, a receita de vendas e a taxa de desconto. Por fim, foram considerados alguns indicadores econômicos como TIR, VPL, COE e fluxo de caixa líquido. Além disso, o estudo assumiu que o projeto é financiado pelo capital próprio da empresa, sem participação de capital de terceiros.

Os resultados apresentados por Dalton et al (2010) indicaram que no inverno é produzido de três a sete vezes mais energia do que no verão, assim como a capacidade do *Pelamis* em cada região decresceu proporcionalmente a energia produzida anualmente. Junto a isto, a Irlanda é a maior produtora de energia elétrica através da energia das ondas e possui as maiores ondas (que podem chegar a 3,5 metros de altura).

Em relação aos indicadores, o COE, o qual é calculado pela divisão do custo total anual da produção de energia elétrica pela produção anual elétrica, demonstrou que, com a utilização de um dispositivo, a Irlanda possuiu o menor valor, ou seja, a melhor utilização dos recursos, enquanto a costa leste dos Estados Unidos apresentou o maior valor. Esse índice baixou em todos os casos, aproximadamente 50%, quando foram avaliados cinco dispositivos.

Porém, o valor da COE não indica que o projeto seja rentável, já que considera uma taxa de desconto igual a zero e não considera a FIT, cujos valores variam de país para país. Com a utilização da FIT, um COE de 0,10 euros/kWh ou abaixo, para cinco dispositivos a uma FIT de 0,10 euros/kWh resultaria em VPL negativo. Portanto, o COE não indica o VPL, mas serve como alternativa para comparação entre projetos.

A TIR é o critério mais utilizado para comparação de viabilidade financeira entre projetos. Para projetos de longo prazo como os projetos de energia de ondas, considera-se que somente retornos acima de 10% são considerados viáveis. No estudo,

nenhum dos projetos produziu um retorno acima de 10%, indicando que nenhum seria economicamente viável. Isso contradiz alguns retornos atrativos obtidos pelo COE e VPL, o que acontece pelo fato de a TIR ser um índice com algumas limitações como a questão dos altos custos iniciais influenciarem o valor da TIR.

Assim, o desempenho e a viabilidade financeira, avaliadas através de um modelo em planilha eletrônica, criado para tratar todas as informações obtidas em 2007 a respeito de energia de ondas, indicaram que a Irlanda teve a maior capacidade de produção e os maiores retornos positivos relativos aos critérios de avaliação de viabilidade econômica.

Dalton et al (2010) acrescentam que a produção de energia elétrica através da energia das ondas possui diferenças significativas entre o inverno e o verão, além de mudança significativa no COE, utilizando-se preços de 2004 e 2008, quando houve o pico dos preços. Assim como a energia solar e eólica, a energia das ondas é altamente sensível ao custo dos materiais utilizados e, para todos os casos estudados, o aumento da quantidade de conversores de energia das ondas em energia elétrica faz com que o COE diminuísse seu valor (através de ganhos de economia de escala).

Apesar de o COE ser o indicador mais usado para comparar a viabilidade econômica dos conversores, este não serve para o cálculo da rentabilidade do projeto como um todo, principalmente quando há a FIT. Para isso, VPL e TIR são considerados os melhores indicadores. O cálculo do VPL, utilizando FIT irlandesas, só foi positivo (viável) quando o COE foi negativo (muitos conversores utilizados e as tarifas tinham valor igual ou superior a 0,20 €/kWh).

A análise da TIR demonstrou que, mesmo quando o VPL for positivo, a TIR não alcançou os 10%, correspondente ao valor de retorno mínimo exigido. Os resultados indicaram que a Irlanda só produziria uma TIR aceitável com tarifas a parir de 0,30 €/kWh. Além disso, ficou claro que a avaliação dos dados necessita de muitos cuidados, já que produziu alguns resultados contraditórios.

Por fim, os autores indicam que, para a obtenção de retornos satisfatórios, é necessária a instituição de tarifas elevadas e a padronização das variáveis de entrada

para uma adequada comparação entre projetos, assim como a utilização do VPL e da TIR, além do COE, para análise econômica mais fiel da viabilidade e rentabilidade do projeto.

4.5.3 Terceiro Caso Concreto

O terceiro caso concreto estudado teve como título "*Plantation development: Economic analysis of forest management in Fujian Province, China*",elaborado por Ying et al (2010). Este foi outro trabalho envolvendo a utilização do VPL e da TIR. Diante das pressões relacionadas aos recursos madeireiros e aumento da consciência ambiental, os autores realizaram uma análise econômica do manejo florestal de cinco espécies diferentes na Província de Fujian. As espécies estudadas foram: *Pinho Masson*, *Abeto chinês*, *Eucalipto*, *Bambu* e *Loblolly pine*.

Como as espécies possuem diferentes ciclos de crescimento, resultando em diferentes prazos para obtenção de benefícios econômicos da colheita, os fluxos de caixa foram considerados por espécie. O ciclo do *Pinho masson* e do *Loblolly pine* é de 31 anos, o *Abeto chinês* é de 15, o do *bambu* nove e o do *eucalipto* seis anos. A Província de Fujian corresponde a uma das quatro maiores regiões florestais chinesas, representando 4% de toda a área florestal do país.

Foram coletados dados secundários referentes ao inventário florestal e às estatísticas econômicas da região. Foi considerado o desenvolvimento da floresta na região, a área total de floresta, o volume atual da floresta, as áreas de florestas naturais e, especialmente, dados relativos à estrutura florestal, como áreas das espécies dominantes e desenvolvimento florestal da região. Além disso, no que concerne aos dados econômicos, identificou-se o Produto Interno Bruto (PIB) da região, a taxa de juros anual e as receitas e custos das plantações florestais.

A análise econômica do manejo florestal foi efetuada através do calculo do VPL e da TIR e foi considerado um custo de capital de 6% ao ano. Todas as espécies consideradas obtiveram VPL positivo e TIR superior à taxa de desconto, o que implica na aceitação de todos os projetos. Além de serem projetos rentáveis eles apresentaram

valores muito altos, principalmente para os casos do *Bambu*, do *Pinho masson* e *Loblolly pine*.

Porém, segundo os autores, um programa de desenvolvimento florestal deve-se cotejar aspectos sociais e ambientais, além dos econômicos. Fatores como o foco dos empresários em obter retornos no curto prazo, a existência de grandes porções de floresta nativa em relação às porções de floresta oriundas de manejo e a falta de regulamentação do governo sobre os direitos de propriedade devem ser considerados.

Isto é ilustrado pela distribuição desigual da madeira, no qual madeiras de pequenos e médios portes são maioria em relação às de grande porte. Acrescenta-se ainda a falta de técnicas de cultivo bem definidas, os péssimos critérios de seleção das espécies florestais (sem levar em conta sua taxa de crescimento com pequena preocupação para a resistência dessas espécies ao crescimento), a destruição de florestas naturais, dentre outras.

Considerando a análise da viabilidade e rentabilidade econômica dos benefícios alcançados pelas cinco espécies florestais estudadas, o *Bambu* foi o que apresentou maior valor da TIR seguido pelo *Pinho masson, Loblolly pine, Eucaliptus e Abeto chinês*. Todas alternativas apresentaram TIR muito superior à taxa de desconto (*Pinho masson* 36,52% e *Abeto chinês* 19,86%) e, segundo Ying et al (2010), as características geográficas da região e os ganhos de escala obtidos pelos proprietários de terra favorecem o desenvolvimento destas espécies na região.

Os autores concluem indicando que existem outros fatores que devem ser observados quando um projeto visa o desenvolvimento sustentável. Que, portanto, além do retorno financeiro, devem-se atentar aos problemas ecológicos florestais e de distribuição da floresta, assim como a capacidade futura dessas espécies continuarem atendendo a demanda e os ciclos de desenvolvimento das espécies, já que o cultivo exige tempo, estabilidade e disposição para atrelar o desenvolvimento ao ritmo da natureza.

4.5.4 Quarto Caso Concreto

O quarto caso concreto estudado foi desenvolvido por Badami et al (2009) e seu título é "*Performance analysis of an innovative small-scale trigeneration plant with liquid desiccant cooling system*".

Este, por sua vez, buscou verificar o desempenho e a rentabilidade de uma tecnologia que permite a produção de calor, refrigeração e energia elétrica, em uma única instalação e em pequena escala. Esse processo permite que a energia necessária para a produção conjunta das três formas de energia útil seja menor do que a necessária para produzi-las de forma separada.

O dispositivo acabou sendo chamado de *Combined Heat, Cooling and Power* (CHCP) e foi desenvolvido no âmbito do Projeto Hegel – pertencente aos seis Programas Quadro da União Européia – com o objetivo de demonstrar e comparar os sistemas trigeracionais de pequena escala e de alta eficiência para o setor civil e industrial.

A tecnologia foi utilizada como substituto ao ar condicionado no inverno, como um sistema de cogeração (*Combinated Heat and Power*, CHP) no verão. Toda a geração de energia elétrica e térmica era fornecida a redes da Politécnica di Torino. A tecnologia era composta por um sistema de cogeração e um sistema de refrigeração líquido dessecante.

Segundo os autores, o desempenho energético do sistema foi medido no inverno (outubro a abril), período em que o sistema dessecante foi desligado e o CHP analisado, e no verão (junho a setembro), período em que o sistema dessecante foi ligado. Os resultados apontam para uma economia de energia elétrica de 140,7 euros/MWh elétrico, de energia térmica no inverno de 54,3 euros/MWh térmico e, para refrigeração no verão algo próximo a 140,7 €/MWh elétrica.

No que se refere à avaliação da viabilidade do projeto, há de se considerar o alto investimento inicial que deve ser feito. Além disso, os custos dos investimentos são comparados com as receitas obtidas devido a sua instalação. As entradas e saídas de

caixa dependem do horário de funcionamento da usina e da forma convencional que a energia elétrica e térmica são produzidas.

O subsídio previsto em lei, devido à economia de energia primária possibilitado pelo CHCP, também é considerado na avaliação econômica, definido pelo mercado e fornecido para os cinco primeiros anos após a instalação do sistema.

Os custos operacionais do CHCP foram divididos em fixos e variáveis. Os custos fixos, cujos valores correspondem a 10% do total, referem-se a gastos anuais com seguro e alguns custos gerais incluindo administração e atividades de limpeza os quais correspondem a 5% do total do custo anual. Os custos variáveis, os quais correspondem aos 95% restantes, referem-se basicamente ao custo do combustível (71%), custos de manutenção (14%) e custos de mão de obra (6%).

A avaliação do investimento utilizou vários critérios, dentre eles a TIR e o VPL. Para essas avaliações, foram considerados uma série de valores de investimento inicial e diferentes valores de subsídios para um prazo de 15 anos. O VPL obtido variou de 200 a 220, com a TIR variando de 9,5% a 11,5%. Esses resultados indicam que o investimento é interessante do ponto de vista econômico, sendo que, além de o valor presente ser positivo, a TIR está alinhada com os valores da TIR de projetos similares existentes no mercado.

Como conclusão, os autores apontam para a viabilidade da utilização do CHCP na forma de um protótipo, mas indicam que somente a partir de seu efetivo funcionamento os dados colhidos representarão seu desempenho real e será possível serem feitas avaliações refinadas da viabilidade econômica, assim como do desempenho energética do sistema.

4.6 Conclusões do Capítulo 4

O capítulo abordou as características da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Valor Presente Líquido (VPL), que são dois métodos de avaliação de projetos de

investimento, os quais necessitam considerar o custo de oportunidade do capital e baseiam-se no conceito de fluxo de caixa descontado. As opções de investimento e seus fluxos de caixa precisam ser trazidas em um mesmo período de tempo para que possam ser analisadas. Enquanto a TIR corresponde a taxa de retorno esperada para o projeto, o VPL representa o retorno líquido em valores atuais.

Foi apresentado o VPL como um método de análise de investimentos definido como a subtração das entradas e saídas de caixa do projeto ao longo dos anos, trazidas a valores presentes. Este método é utilizado para se decidir quanto à aceitação ou não de um determinado projeto, de acordo com o que ele pode oferecer no futuro. O projeto que possuir VPL maior que zero, ou seja, cujas entradas, trazidas ao valor presente e descontadas pelo custo de capital da empresa, obtiverem valor superior ao valor das saídas, representadas pelo investimento necessário para a execução do projeto, deverá ser aceito. Já os projetos em que o VPL for menor que zero (valor das entradas inferior ao valor das saídas), deverão ser recusados.

Depois, a TIR foi apresentada e corresponde a taxa de desconto que torna o valor presente liquido igual à zero, isto é, a taxa que iguala os valores presentes de entradas e saídas. Ela constitui a ferramenta de orçamento de capital mais utilizada, apesar de ser mais difícil de ser calculada manualmente que o VPL. Se a TIR for maior que o custo de capital, deve-se aceitar o projeto. Por outro lado, caso represente um valor inferior ao valor do custo de capital da empresa, rejeita-se o projeto. Isso faz com que a organização alcance, no mínimo, seu retorno exigido para aumentar o valor da empresa e maximizar o lucro dos acionistas.

Finalmente mostrou-se a utilização da TIR e do VPL em exemplos reais, observando como esses métodos são empregados em projetos do setor de energia e/ou de recursos naturais, em diferentes regiões do planeta, considerando a viabilidade do negócio a partir do desempenho econômico.

5. ANÁLISE E RESULTADOS

Este capítulo apresenta as principais premissas utilizadas para a construção do modelo econômico-financeiro das etapas agroindustrial de plantio do dendê, extração dos óleos de palma e de palmiste e operação de usina termelétrica. Devido à complexidade da etapa agrícola, foi dada atenção especial para premissas sobre produtividade da palmácea (dendê), assim como para todos os custos incorridos nos cuidados necessários para que a planta atinja tal produtividade.

O presente capítulo foi divido em duas partes. A primeira apresenta uma descrição dos três processos produtivos (plantio, extração de óleos e produção de energia elétrica), evidenciando seus direcionadores de valor e as principais premissas utilizadas. A segunda parte analisa os resultados financeiros, ambientais e sociais, a partir do cálculo da taxa interna de retorno (TIR), do valor presente líquido (VPL), considerando a redução ou não de gases de efeito estufa (GEE) e a geração de emprego e renda.

5.1 Descrição do Projeto – Estudo de Caso

No ano de 2009, segundo dados do Prodes (2009), existia uma extensão próxima a 9.273 km² de áreas desmatadas em Roraima, sendo 397 mil hectares (ha) localizados em municípios do sul do Estado. Desta forma, o presente estudo foi desenvolvido com a premissa de utilização de 7,3% desta área, equivalente a 28.888 hectares, pois com estas dimensões é possível obter a biomassa residual necessária para o pleno funcionamento da usina termelétrica de 10 *mega-watt* (MW) de potência instalada, durante 21 anos. Para o plantio desta área, foi considerada a aquisição de 5,1 milhões de sementes.

Conforme apresentado no Capítulo 2, a produção do óleo de palma e de palmiste consiste em duas fases, a agrícola e a industrial. A fase agrícola é caracterizada pela produção do fruto do dendê, que acontece em cinco etapas. Estas etapas e suas respectivas durações estão apresentadas na Figura 19.

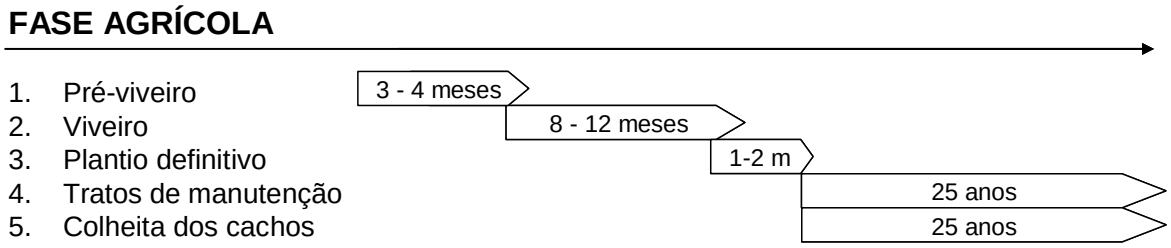

Figura 19 – As etapas da fase agrícola e suas respectivas durações

Fonte: Muller et al (1994).

Na primeira etapa da fase agrícola, pré-viveiro, ocorre a aquisição das sementes e sua germinação se dá sob condições controladas com duração aproximada de três a quatro meses. No modelo econômico-financeiro elaborado, os custos desta etapa têm início no ano anterior ao plantio (Ano -1) e terminam no ano seguinte (Ano 0), pois a produção das mudas (das iniciais 5,1 milhões de sementes) é feita de forma gradual ao longo de dois anos. Nesta etapa, são adquiridas as sementes e outros insumos como fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc. As sementes correspondem por aproximadamente 90% de todos os custos desta etapa.

A etapa seguinte, de viveiro, guarda algumas semelhanças com a etapa anterior. Nela, são utilizados praticamente os mesmos insumos – fertilizantes, herbicidas, fungicidas, etc. – com exceção das sementes, mesmo tendo uma duração ligeiramente maior, entre oito e 12 meses. Esta etapa tem início no ano anterior ao plantio (Ano -1) e termina no segundo ano após o plantio (Ano 2). Os principais custos desta etapa estão relacionados à mão de obra e com os sacos onde as mudas são depositadas para crescerem em estufa. Estes custos representam aproximadamente 91% de todos os custos desta fase.

Os custos da etapa de plantio definitivo começam no final do ano anterior ao plantio (Ano -1) e terminam no segundo ano após o plantio (Ano 2). Os custos desta etapa são mão-de-obra e utilização de máquinas nos dois primeiros anos (Ano -1 e Ano 0). Nos seguintes, Ano 1 e Ano 2, cai a participação dos custos com máquinas e predominam os custos com mão de obra. Desde o pré-viveiro até o plantio definitivo, foi considerada uma perda de 10% das sementes na passagem da etapa pré-viveiro para viveiro, assim como uma perda de outros 10% entre o viveiro e o plantio definitivo no

campo. A perda de parte das sementes e também o percentual de perda foi incorporado ao modelo seguindo indicação dos autores Silva (1997), Costa (2007), Santos (2008) e Villela (2009). Desta forma, das 5,1 milhões de sementes plantadas inicialmente, 4,6 milhões de mudas passaram para a fase de viveiro e somente 4,1 milhões de plantas foram efetivamente fixadas no campo, em uma área de 28.888 hectares. A Figura 20 ilustra a aquisição das sementes, as perdas existentes até o plantio definitivo das plantas no campo e a área total plantada.

Figura 20 – As fases de pré-viveiro, viveiro e plantio, quantidades de sementes e área plantada

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de Silva (1997).

Com o plantio definitivo de todas as sementes no campo, iniciam-se duas novas etapas. Elas acontecem concomitantemente e se estendem por 23 anos até o final da vida útil do dendezeiro. São os tratos de manutenção e a colheita dos cachos. Os principais custos destas etapas estão ligados com mão de obra e utilização de máquinas para o transporte dos cachos até a indústria de extração de óleos.

A Figura 21 apresenta os custos totais do plantio do dendê, elaborados pelo autor, agrupando os custos em três tópicos principais: mão de obra, máquinas e colheita. É possível observar que os custos com mão de obra e máquinas são constantes ao longo de toda a vida útil da planta ao passo que os custos de colheita sofrem variações ao

longo dos anos, diminuindo sua participação nos custos totais com a queda de produtividade da planta.

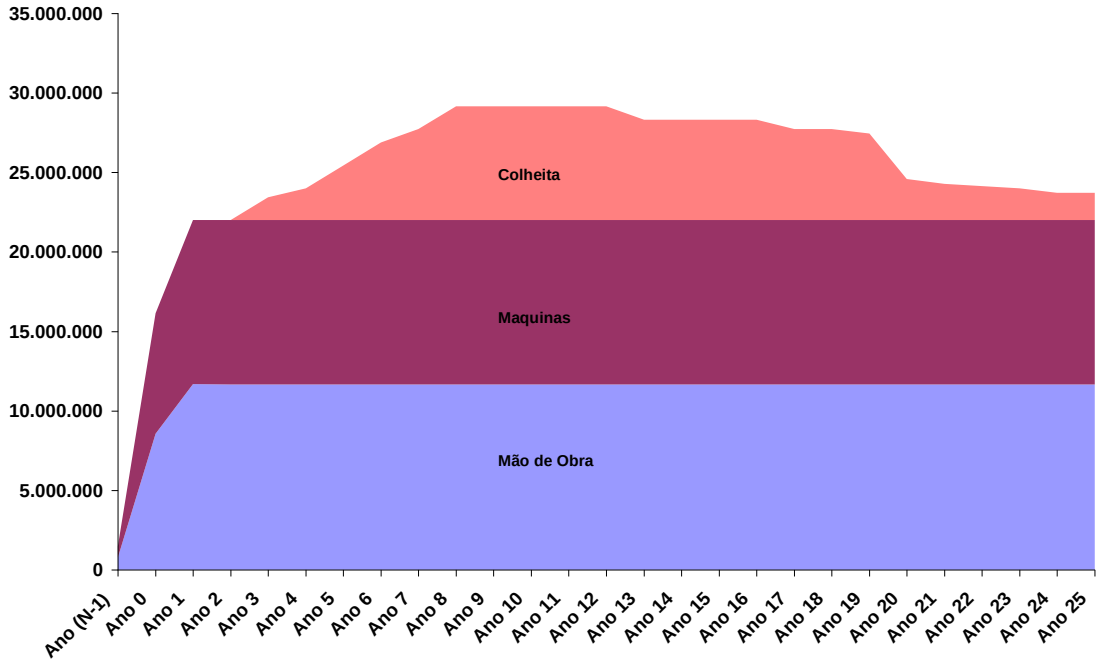

Figura 21 – Principais custos projetados da fase de plantio do dendê (em R$)

Fonte: Elaboração própria.

Uma vez feita a colheita dos cachos produzidos, estes serão encaminhados para a parte industrial onde será realizada a extração dos óleos de palma e de palmiste. A usina de extração adotada no modelo possui uma capacidade inicial de processamento de 20 toneladas de CFF por hora (ton.CFF/hora), com a capacidade de aumentar em módulos para 40 e 60 ton.CFF/hora conforme necessário. O sistema industrial de extração dos óleos foi dimensionado para operar, segundo Tozi (informação verbal)[13] numa área de 3.000 m^2, com 1.000 kVA de potência instalada e um consumo de vapor de 10.000 kg/hora e um consumo de água de 20 m^3/h.

Para a completa operação da indústria de extração dos óleos de palma e de palmiste, foi necessária a inclusão de mão de obra para auxiliar na operação das máquinas. A projeção dos recursos humanos necessários para tal atividade foi definida,

[13] Notícia fornecida por Mauro Tozi, em reunião em São Paulo, em novembro de 2010.

segundo Tozi (informação verbal)[14], por três turnos de trabalho de oito horas cada, sendo cada turno composto por 29 funcionários, empregando, no total, 87 funcionários.

Uma vez realizado o levantamento e incorporadas às informações ao modelo de custo do plantio do dendê em terras degradadas da Região Amazônica, foi estabelecida a produtividade que a palmácea terá ao longo da sua vida útil. A premissa de produtividade foi baseada no estudo de Silva (1997), Costa (2007), Santos (2008), Sumathi (2008) e Villela (2009). Estes estudos apontam para um valor crescente entre o Ano 2 e o Ano 8, quando a palmácea atinge sua produtividade máxima de 25 ton.CFF/ha. Essa produtividade se mantém estável até o Ano 12, entrando em declínio gradativo até o final de sua vida útil.

Assim, a Figura 22 apresenta a evolução da área plantada com dendê na coluna da esquerda e a produtividade da planta ao longo da sua vida na coluna da direita. É possível observar que, no último ano de vida da planta, esta tem uma produtividade equivalente à metade da sua produtividade máxima.

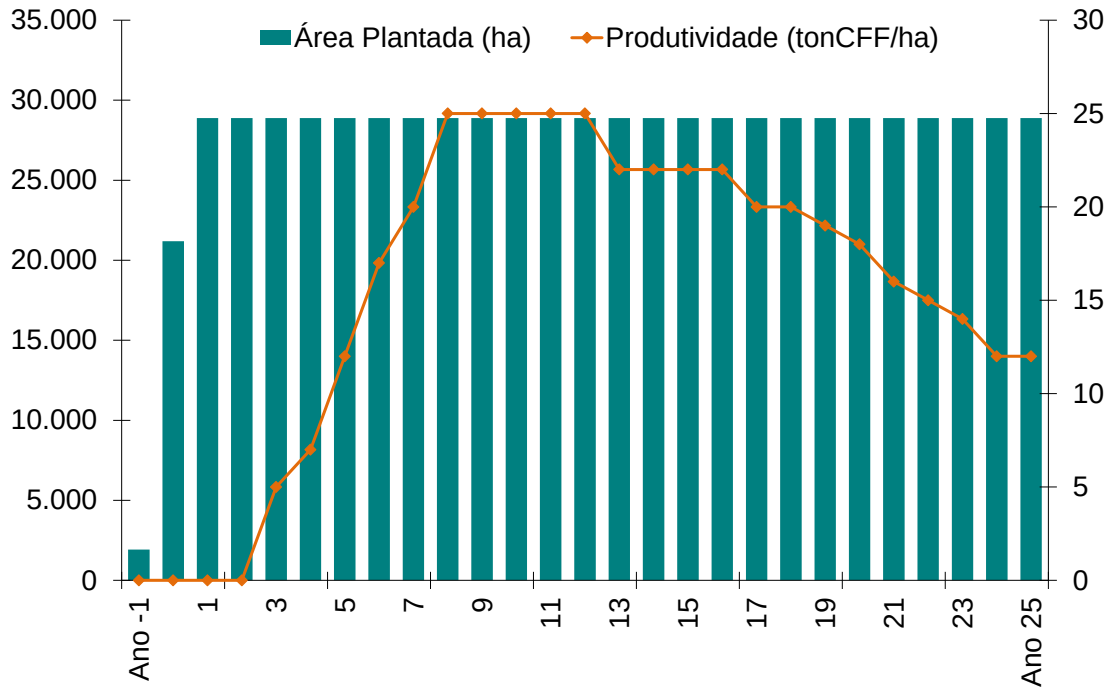

Figura 22 – Área plantada e produtividade do dendê ao longo dos anos

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de Embrapa (2002).

[14] Notícia fornecida por Mauro Tozi, em reunião em São Paulo, em novembro de 2010.

Com a definição da área total plantada com dendê e de sua produtividade ao longo dos anos, foi possível verificar a quantidade total de óleo de palma e de palmiste que o plantio teria a possibilidade de produzir. Para isto, também foi consultado na literatura a quantidade de óleo existente nos CFF. Foram utilizados como premissa os valores apontados por Silva (1997), Costa (2007), Santos (2008), Sumathi (2008) e Villela (2009), que indicam uma quantidade próxima a 20% de óleo de palma e 1,5% de óleo de palmiste nos CFF. Com estes valores, foi possível calcular a produtividade anual de óleo de palma e de palmiste por hectare (tonelada de óleo/ha/ano). Multiplicando a produtividade da plantação pelo percentual da quantidade de óleos nos Cachos de Frutas Frescos (CFF), é possível verificar a capacidade máxima de produtividade de cinco toneladas de óleo de palma por hectare e 0,38 toneladas de óleo de palmiste por hectare, entre os anos 8 e 12. Estes valores são fundamentais para o cálculo da produção anual de ambos os óleos. Nesse contexto, a Figura 23 ilustra o cálculo da quantidade total de óleos produzidos anualmente sem apresentar o valor total produzido, pois este sofre variações ao longo dos anos em função da produtividade da planta.

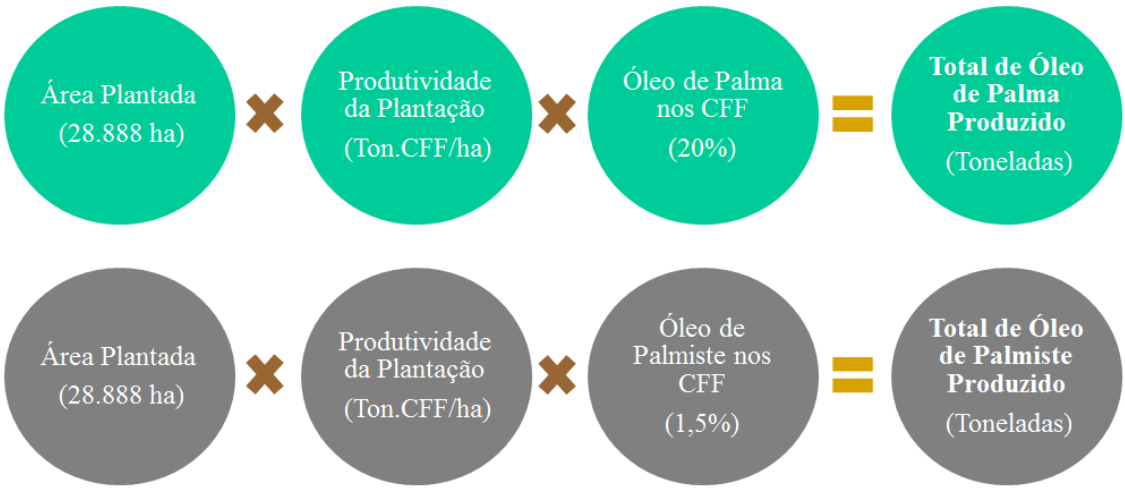

Figura 23 – Quantidade total produzida de Óleo de Palma e Palmiste e respectiva produtividade

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 24 apresenta, na coluna da esquerda, a produção total de óleos de palma e de palmiste e, na coluna da direita, as respectivas produtividades dos óleos de palma e de palmiste. Foi verificado que nos anos de maior produtividade da palmácea,

entre o ano 8 e 12, esta tem capacidade de produzir aproximadamente 144 mil toneladas de óleo de palma e 11 mil toneladas de óleo de palmiste em cada um dos anos.

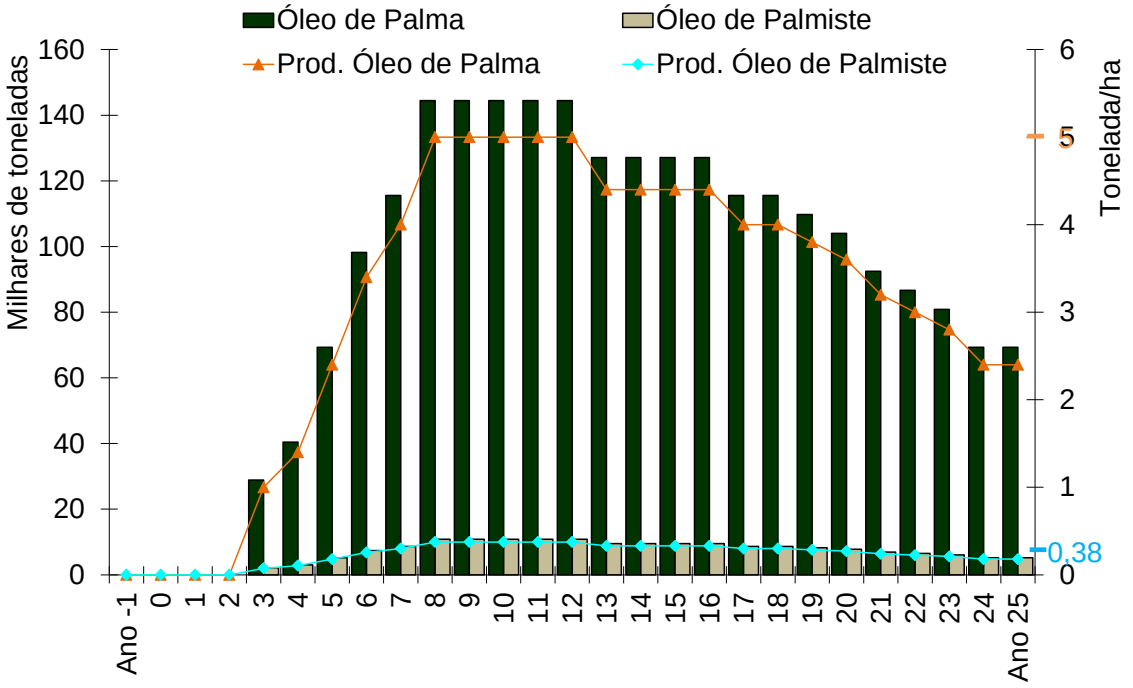

Figura 24 – Quantidade total produzida de Óleo de Palma e Palmiste e respectiva produtividade durante os anos do projeto

Fonte: Elaboração própria.

Determinada as quantidades de óleos produzidas ao longo da vida útil da palmácea e sabendo o preço do óleo de palma e de palmiste no mercado, é possível calcular a receita obtida com a comercialização dos óleos. Os preços utilizados no trabalho foram R$ 2.500,00/tonelada de óleo de palmiste e R$ 1.745,00/tonelada de óleo de palma, conforme verificado no dia 12 de dezembro de 2010 (APCC, 2010).

A Figura 25 apresenta graficamente o comportamento da receita proveniente da venda dos óleos de palma e de palmiste para a indústria alimentícia. É importante observar que a variação da receita tem uma correlação muito forte com a produtividade da palmácea. Novamente, nos anos de maior produtividade, a receita com a comercialização de ambos os óleos chega a ser de R$ 279 milhões/ano.

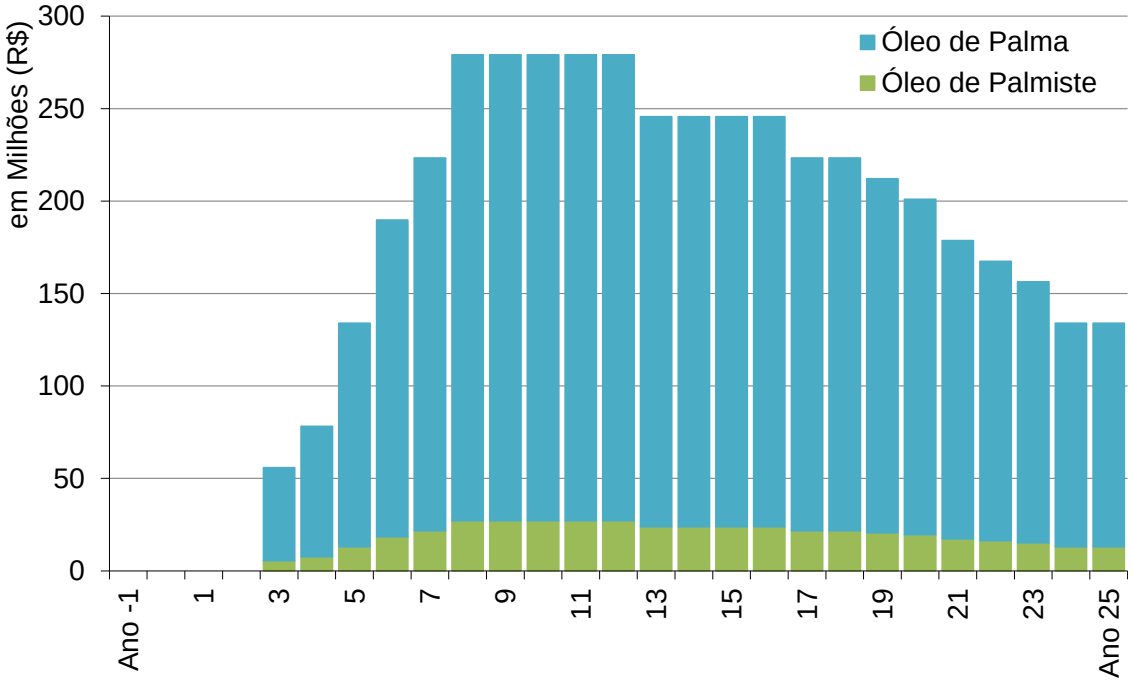

Figura 25 – Receita proveniente da comercialização dos óleos de palma e de palmiste durante os anos do projeto

Fonte: Elaboração própria.

Foram considerados praticamente todos os investimentos necessários para a correta implementação do projeto agroindustrial, isto significa aquisição da área do plantio e da usina, máquinas e equipamentos, sistemas de irrigação, construção de galpões, depósitos, obras de engenharia civil, adubação, fungicidas, herbicidas, mão-de-obra, encargos sociais, preparo do solo, aquisição de sementes, depreciação de equipamentos utilizados na cultura, entre outros. Os investimentos nesta etapa foram calculados, segundo Tozi (informação verbal)[15] e somam R$ 436,8 milhões (MM), sendo R$ 145,3 MM em aquisição de terras, R$ 203,2 MM em aquisição de insumos e equipamentos para o plantio da cultura, R$ 73,9 MM em aquisição de equipamentos e construção da parte agroindustrial e R$ 14,1 MM em capital de giro.

A partir das premissas da etapa agroindustrial, foi possível calcular a quantidade de biomassa produzida pela etapa agrícola, durante toda a sua vida útil. Conforme apresentado no fluxograma de massa do processo de extração de óleos (Figura 7, Capítulo 2), de cada 100 toneladas de CFF processadas pela indústria de extração, é gerada uma biomassa residual de 39 toneladas, sendo 22 toneladas de CFF vazios, 12

[15] Notícia fornecida por Mauro Tozi, em reunião em São Paulo, em novembro de 2010.

toneladas de fibras e 5 de cascas das nozes. Cabe ressaltar que o plantio ainda gera outra biomassa residual, que são os restos das folhas e dos troncos, mas que não foi encontrada na bibliografia uma quantidade gerada por hectare. Desta forma, como a biomassa residual produzida na agroindústria estão úmidas, foi estabelecida a secagem desta biomassa, reduzindo o percentual de 39% para 20%, como sendo de biomassa "seca", ou pronta, para o uso como combustível na caldeira, segundo Tozi (informação verbal)[16]. Assim, a Figura 26 ilustra o cálculo da quantidade dessa biomassa residual, que foi realizada através da multiplicação da área total plantada (28.888 ha) pela produtividade da plantação no ano (ton.CFF/ha) pelo percentual de biomassa seca (20%). Os resultados mostraram a produção máxima anual – nos anos de maior produtividade da planta – de aproximadamente 145 mil toneladas de biomassa seca, na condição ideal para a produção de vapor em caldeiras.

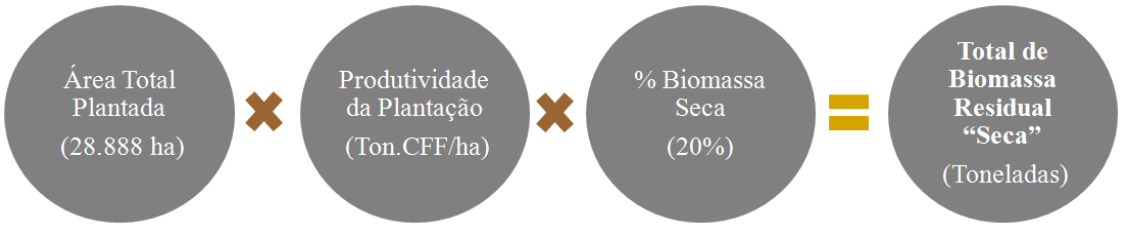

Figura 26 – Cálculo da biomassa residual "seca" gerada e utilizada como combustível na UTE

Fonte: Elaboração própria.

A produção de energia elétrica, por sua vez, necessita de uma quantidade de biomassa estável ao longo dos anos. Para o cálculo da biomassa necessária para a plena operação de uma usina termelétrica de 10MW de potência, foi considerado como premissa o funcionamento da termelétrica em 342 dias no ano (dois dias por mês a usina fica parada para manutenção), durante 24 horas por dia, e a necessidade de 0,85 tonelada de biomassa residual seca para cada *megawatt*-hora (MWh) gerado (SILVA, 2010)[17].

A Figura 27 apresenta através de barras e com a escala no eixo esquerdo a produção da biomassa residual da indústria de extração e também a necessidade de biomassa para o perfeito funcionamento da termelétrica. A relação entre a quantidade

[16] Notícia fornecida por Mauro Tozi, em reunião em São Paulo, em novembro de 2010.

[17] Informações fornecidas por Silva em São Paulo, em 2010.

produzida e a quantidade requerida pela UTE é apresentada pela linha, com a escala no eixo direito do gráfico. Pode-se constatar que, entre o Ano 6 e o Ano 23, a biomassa residual da extração dos óleos é superior a requerida em, no mínimo, 10%. Este percentual chega a 100% nos cinco anos de máxima produtividade da planta (Ano 8 ao Ano 12). Apenas no primeiro ano de operação da UTE (Ano 5) a biomassa residual produzida é insatisfatória, porém em apenas 1,83%. Como a premissa de 20% é conservadora (uma vez que não contempla as folhas e troncos), foi considerada como satisfatória a produção neste ano. Essa margem de segurança é importante para a manutenção da operação da termelétrica, caso ocorra eventuais problemas durante a colheita. É interessante ressaltar que, apesar de a margem de segurança chegar a 100%, toda biomassa que não for utilizada na UTE será utilizada para fins de fertilização do solo, conforme indicado por Silva (1997), Santos (2008), Sumathi et al (2008) e Villela (2009).

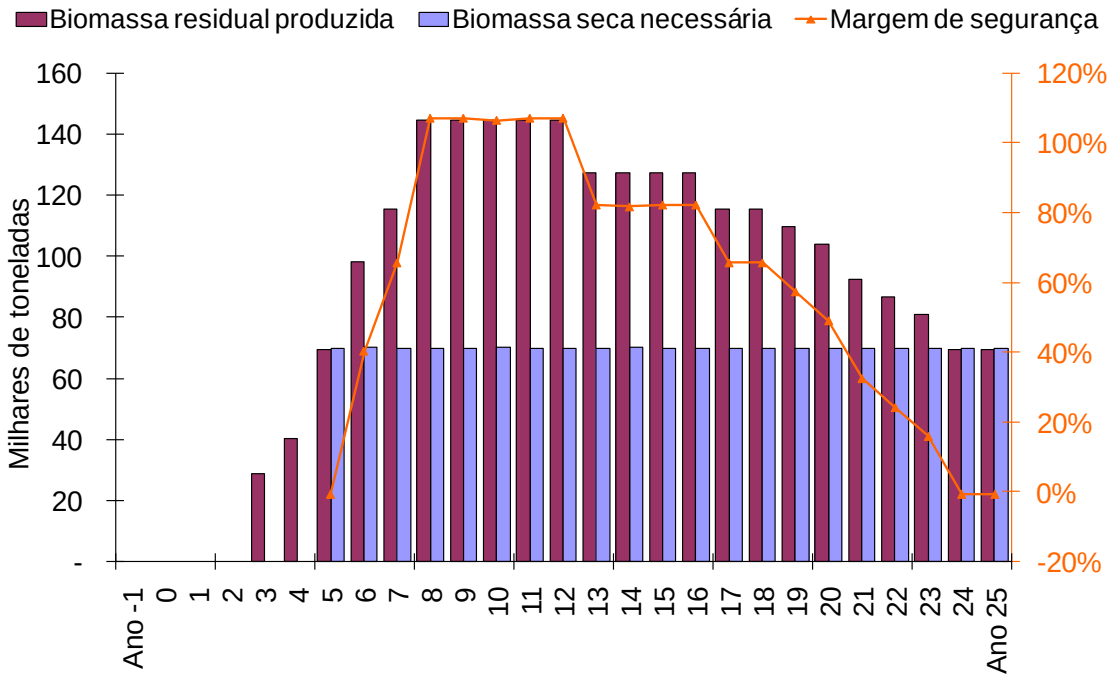

Figura 27 – Produção agrícola, necessidade de biomassa da UTE e margem de segurança

Fonte: Elaboração própria.

Apesar de ter 10 MW de potência instalada, foi considerado o consumo de 15% de toda a energia produzida na termelétrica para o funcionamento da própria usina e no

processo industrial de extração de óleos – Tozi (informação verbal)[18]. Desta forma, foi assumida como premissa a comercialização dos 85% restantes. Como preço de venda, foi considerado o valor de R$ 149/MWh, que é o preço comercializado do Leilão 02/2010 da ANEEL (2010) para a geração proveniente de biomassa. As principais despesas da UTE são: i) o reinvestimento total da depreciação da máquina e dos equipamentos, para que este seja produtivo durante os 21 anos de operação; e ii) gastos com salário e encargos sociais de 27 funcionários. Para completar a análise, foi estimado o investimento total para a usina termelétrica, que foi de R$ 55 milhões, o equivalente a um investimento de R$5,5 milhões por MW – Tozi (informação verbal)[19].

Vale ressaltar que para ambos os projetos foi contemplado o uso da linha de financiamento do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte do Banco da Amazônia (FNO/BASA), com participação de 60% na aquisição de insumos e equipamentos para o plantio da cultura (ou R$ 121,9 MM), na aquisição de equipamentos e construção da parte agroindustrial (ou R$ 44,3 MM) e no investimento da usina termelétrica (ou R$ 33,0 MM). Assim, assumiu-se um financiamento total de R$ 199,2 milhões, com uma taxa de juros de 8,5% ao ano, para um período de 10 anos, com dois anos de carência e com 50% de encargos durante o período de carência. Outro ponto importante é a utilização da sub-rogação da Conta Consumo de Combustível (CCC), onde ocorre o reembolso de 75% do valor total do investimento da usina termelétrica (ou R$ 41,2 MM) nos 96 meses subsequentes ao início de funcionamento da UTE.

5.2 Análise e Resultados Financeiros, Ambientais e Sociais

Depois que foram estimados os investimentos, custos e receitas provenientes da atividade de plantio, cogeração de energia elétrica e térmica para a extração de óleo de palma e palmiste, foram elaboradas demonstrações financeiras de ambas as atividades. A Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) e o Balanço Patrimonial (BP) foram construídos e serviram de base para a elaboração do fluxo de caixa livre da etapa

[18] Notícia fornecida por Mauro Tozi, em reunião em São Paulo, em novembro de 2010.

[19] Notícia fornecida por Mauro Tozi, em reunião em São Paulo, em novembro de 2010.

agrícola e da UTE. Assim, a Figura 28 esquematiza graficamente o fluxo de caixa livre da parte agroindustrial, indicando em vermelho os fluxos negativos ou saídas de caixa – investimentos – e em azul os fluxos positivos ou entradas de caixa (no Apêndice I são apresentados o DRE, o BP e o fluxo de caixa completos da parte agroindustrial).

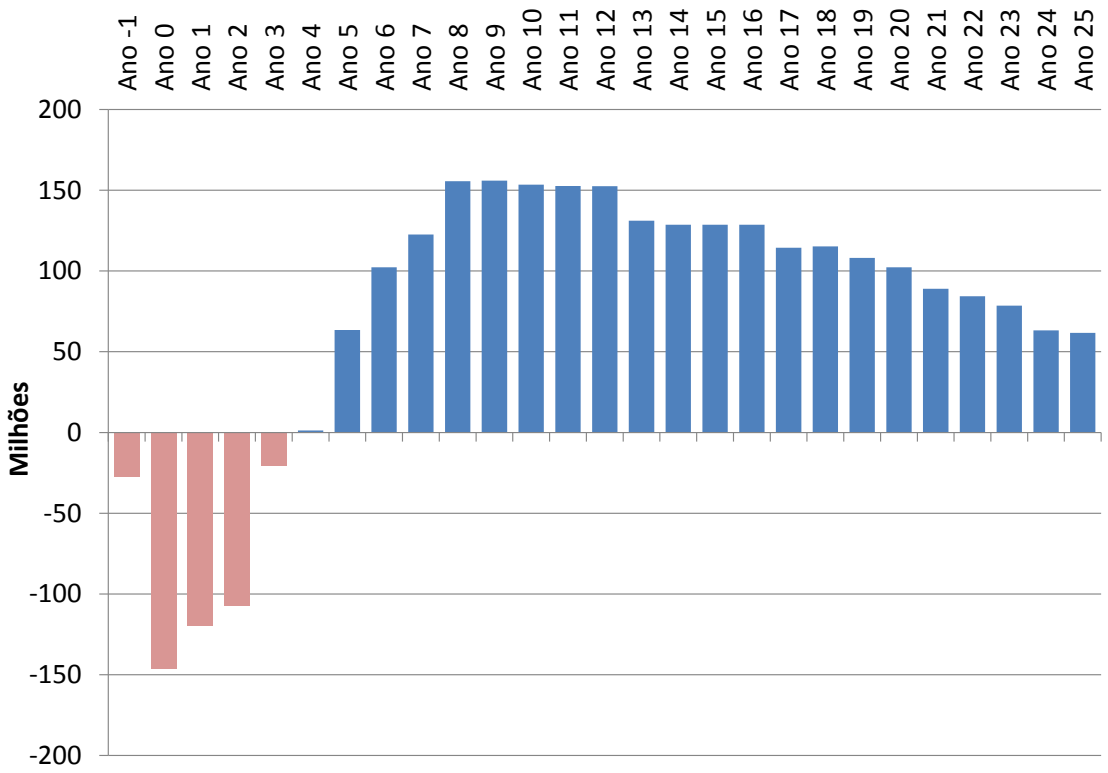

Figura 28 – Ilustração do fluxo de caixa projetado do projeto Agroindustrial de extração de óleos

Fonte: Elaboração própria.

Para a elaboração do fluxo de caixa da agroindústria de extração de óleo de palma, o presente trabalho seguiu o fluxo contábil na atividade agrícola para culturas permanentes, de acordo com Marion (2007). Segundo o autor, as culturas permanentes são aquelas que permanecem vinculadas ao solo e proporcionam mais de uma colheita ou produção ao longo de sua vida, e os custos para a formação da cultura são acumulados na conta "Cultura Permanente em Formação", dentro do Ativo Permanente – Imobilizado, no Balanço Patrimonial.

Com o cálculo do fluxo de caixa livre da parte agroindustrial, foi possível calcular a Taxa Interna de Retorno (TIR) da mesma, através da fórmula descrita no

Capítulo 4 (Equação 4.2). Assim, foi verificado que a parte agroindustrial, sozinha, tem a capacidade de oferecer um retorno de 16,73% ao ano.

Uma vez feito o cálculo da TIR da parte agroindustrial, foi feita a mesma análise para a usina termelétrica. Nesse sentido, a Figura 29 ilustra graficamente o fluxo de caixa livre da UTE, indicando em vermelho os fluxos negativos ou saídas de caixa – investimentos – e em azul os fluxos positivos ou entradas de caixa (no apêndice II são apresentados o DRE, o BP e o fluxo de caixa completos da usina termelétrica).

Foi possível verificar que a UTE, utilizando da sub-rogação de recursos da Conta Consumo de Combustível equivalente a 75% do investimento total da usina (entre os anos 5 e 12), tem capacidade de oferecer uma TIR de 16,38% ao ano. Cabe ressaltar que, caso não existisse este mecanismo de sub-rogação, a TIR do projeto sofreria uma redução de 43,4% (ou perda de 7,11% da taxa), proporcionando um retorno de apenas 9,27%.

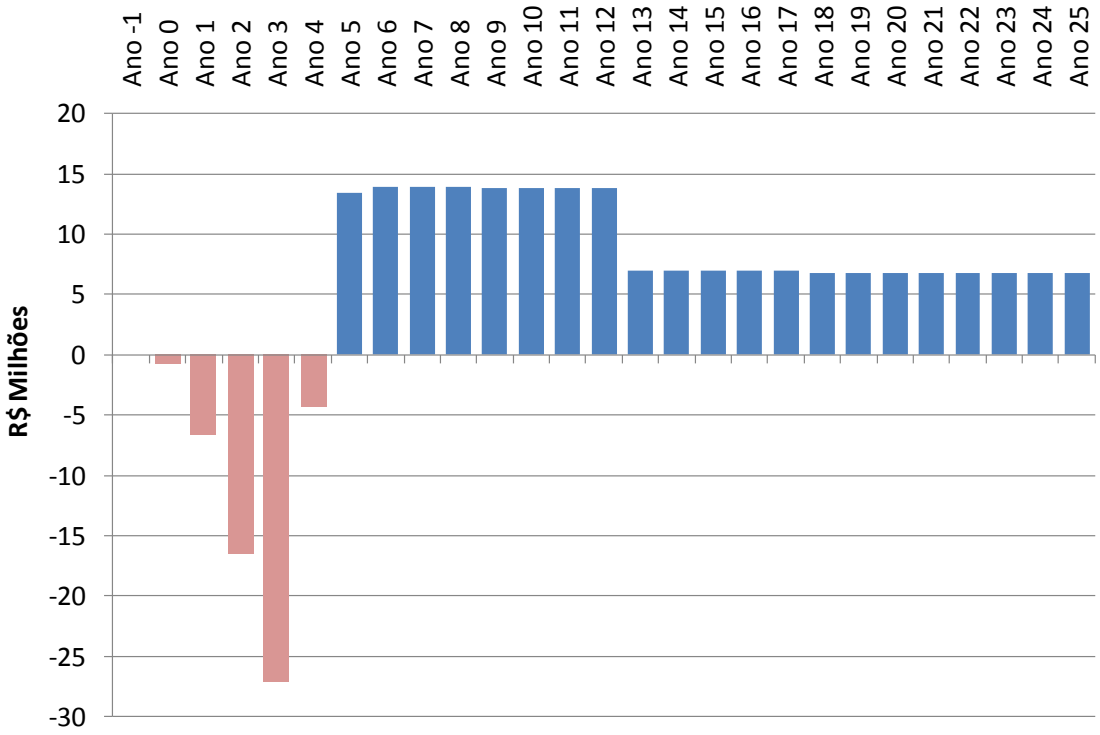

Figura 29 – Fluxo de caixa projetado da usina termelétrica (UTE)

Fonte: Elaboração própria.

Depois de elaborado o fluxo de caixa de ambas as atividades em paralelo, estes fluxos foram somados para verificar a rentabilidade do projeto de forma integrada. Assim, a Figura 30 ilustra o fluxo de caixa destes fluxos somados, onde as barras de cor azul indicam o fluxo de caixa da agroindústria e as barras em verde o fluxo de caixa da usina termelétrica. É importante observar que os valores do fluxo da agroindústria são bastante superiores ao da usina termelétrica, o que faz com que a TIR do projeto integrado (16,71% ao ano) seja bem próximo a TIR do projeto agroindustrial (16,73%).

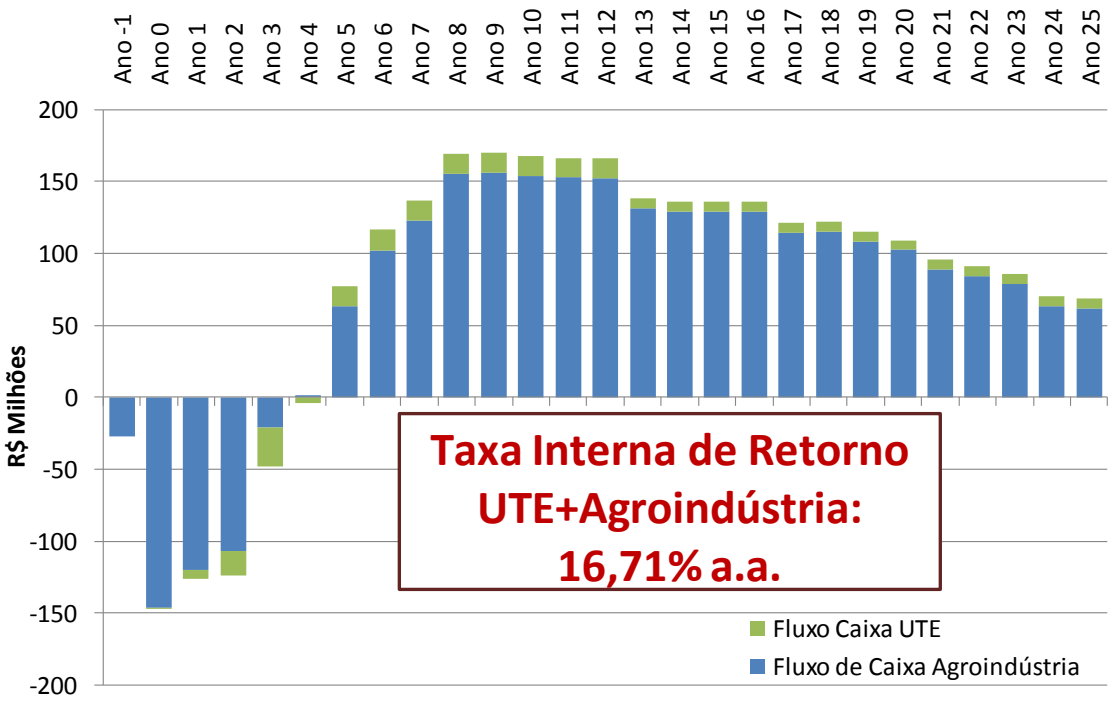

Figura 30 – Fluxo de caixa projetado do projeto de forma integrada (Agroindústria e Usina Termelétrica)

Fonte: Elaboração própria.

Depois de encontrada a TIR para o projeto de forma integrada, também foi feita uma análise de sensibilidade do VPL utilizando a fórmula apresentada no Capítulo 4 (Equação 4.1). Com o fluxo de caixa livre calculado integrando as duas atividades, foi feita esta análise de sensibilidade com o objetivo de apresentar o VPL que o projeto pode proporcionar quando se utiliza diferentes taxas de desconto, próximas à TIR. A Figura 31 apresenta o resultado desta análise de sensibilidade, indicando o valor presente líquido correspondente para cada taxa de desconto utilizada.

Os resultados apontaram para um VPL positivo quando utilizadas taxas de desconto entre 10% e 16,70% ao ano, VPL igual a zero quando utilizado a TIR do projeto (resultado já esperado conforme apresentado no Capítulo 4), e VPL negativo quando utilizada taxas de desconto entre 16,72% e 20%. Por ser um projeto que demanda um alto investimento inicial (capital intensivo), é possível verificar uma grande variação do VPL quando analisados os números absolutos. Com uma taxa de desconto de 10%, o projeto possui um valor presente líquido de R$ 283,8 milhões, enquanto que, utilizando uma taxa de desconto de 20% ao ano, o VPL se torna negativo em R$62,2 milhões.

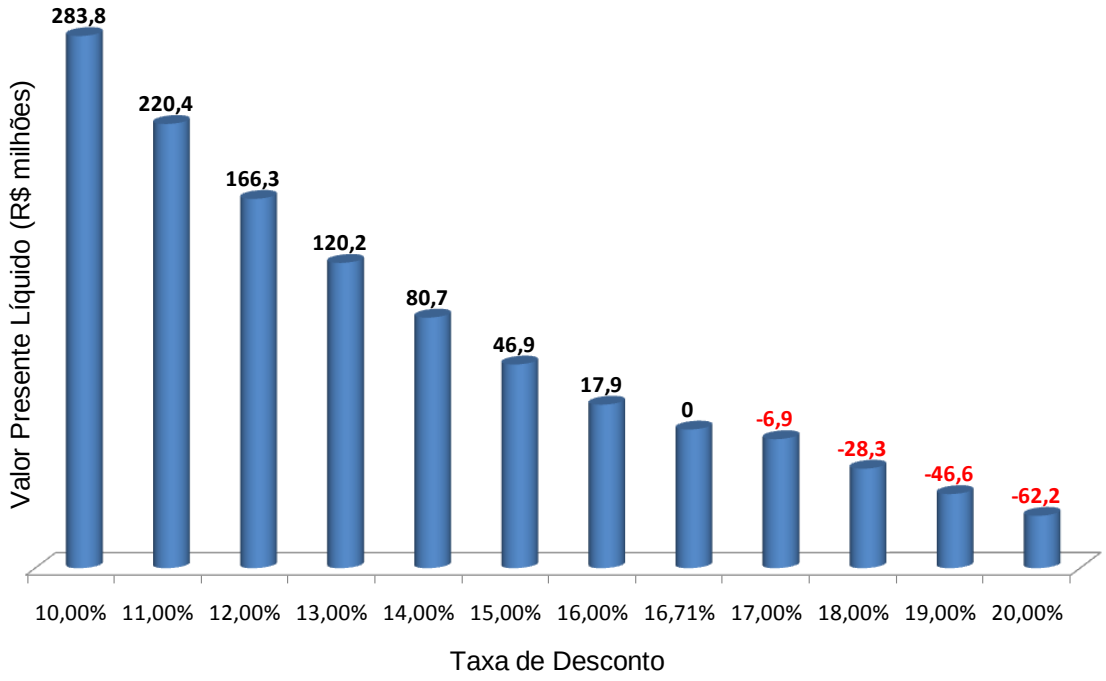

Figura 31 – Análise de Sensibilidade Econômica do Projeto, em R$ milhões

Fonte: Elaboração própria.

Com relação aos aspectos ambientais do projeto, conforme ficou destacado na Figura 14 (Capítulo 2), um benefício ambiental significativo que o projeto traz é a recuperação de áreas já degradadas dentro da Região Amazônica. Porém, como o projeto contempla a substituição do Diesel pela biomassa para a produção de energia elétrica, o presente estudo buscou verificar o benefício global da execução do projeto integrado da agroindústria e da usina termelétrica, indicado pela redução ou não das emissões de GEE.

Através da aplicação da metodologia AMS-I.C.-18, apresentada no Capítulo 1 nas páginas 12 e 13, foi possível verificar se a hipótese de que o plantio do dendê, juntamente com uma indústria de cogeração de energia elétrica e térmica para a extração dos óleos de palma e de palmiste, contribui ou não para a redução da emissão de GEE nos Sistemas Isolados da Amazônia.

Para o cálculo das emissões de GEE evitadas pela presente metodologia, deve ser calculada a linha de base, que no presente caso corresponde às emissões resultantes da utilização de Diesel para a produção de energia elétrica na região. Uma vez calculadas as emissões da linha de base, devem ser também calculadas as emissões do projeto que será executado que traz a expectativa de economizar emissões em relação à linha de base. Depois de calculadas ambas as emissões, linha de base e projeto, só é preciso subtrair um valor pelo outro e ver o resultado líquido das emissões economizadas.

Como atualmente a área do projeto encontra-se desflorestada, a linha de base para o cálculo das emissões de GEE considerou a continuação da terra no atual estágio de degradação, tendo em vista que esta área não consegue ser recuperada sem ação do homem. Para o cálculo da emissão de linha de base, foi considerado o fornecimento de 80.640 MWh/ano de energia, que representa 24 horas de funcionamento por dia, 28 dias no mês – devido às horas mensais de manutenção – e durante 12 meses no ano. Utilizou-se o fator de emissão do banco de dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas ou, em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2011) para o óleo Diesel, de 0,27 toneladas de CO_2 por MWh gerado. Foi também considerada, uma estimativa hipotética de 100% de eficiência[20] para os geradores a óleo Diesel. Desta forma, foi possível verificar a emissão anual de 21.507 toneladas de CO_2, durante 21 anos, resultando numa emissão total de aproximadamente 451.640 toneladas de CO_2.

[20] A estimativa hipotética de 100% de eficiência para os geradores a óleo Diesel é de acordo com a metodologia AMS.I.C.-18, pois não foi encontrada a eficiência exata dos atuais geradores da região. Desta forma, é indicado assumir uma premissa conservadora de 100%, uma vez que, caso este percentual seja inferior a 100%, as emissões da linha de base seriam maiores e, consequentemente, a redução das emissões resultantes com a execução do projeto seriam maiores.

Foi considerada como emissões do projeto (ou de perdas no seu processo) a utilização do óleo Diesel em caminhões para fins de transporte da palma dentro da área do projeto e, durante o período de colheita, dos cachos de frutas frescos (CFF) até a parte industrial onde são extraídos os óleos. Este cálculo foi baseado na utilização de um caminhão por dia durante o Ano -1, cinco caminhões por dia no Ano 0, sete nos Anos 1 e 2, e 28 caminhões por dia durante o período de colheita (Ano 3 até Ano 25). Foi considerado que cada caminhão percorrerá, em média, 60 quilômetros por dia, durante 28 dias no mês e em 12 meses no ano. Utilizando um fator de emissão do banco de dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas ou, em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2011), de 0,000574 toneladas de CO_2 por quilômetro rodado, foi possível encontrar as emissões do projeto proveniente do uso do óleo Diesel nos caminhões. Os resultados apontam para um emissão de 12 tCO_2 no Ano -1, 58 tCO_2 no Ano 0, 81 tCO_2 no Ano 1 e 2, e 324 tCO_2/ano entre o Ano 3 e o Ano 25, totalizando 7.677,5 tCO_2 durante os 25 anos de produção do dendê.

Com base nos dados acima apresentados, foi possível calcular as emissões líquidas e verificar se houve redução na emissão de CO_2. Os resultados apontaram para uma redução líquida de 21,2 mil toneladas de CO_2 por ano, ao longo de todas as 21 temporadas de funcionamento da UTE. Considerando as emissões dos 27 anos do projeto agrícola e dos 21 anos de funcionamento da UTE, a substituição da geração a Diesel por biomassa residual de dendê evita a emissão de 443,9 mil toneladas de CO_2, conforme ilustrado na Figura 32. Como as emissões da linha de base são significativamente maiores que as emissões do projeto, o eixo da coordenada está em base logarítmica para melhor apresentar graficamente esta redução.

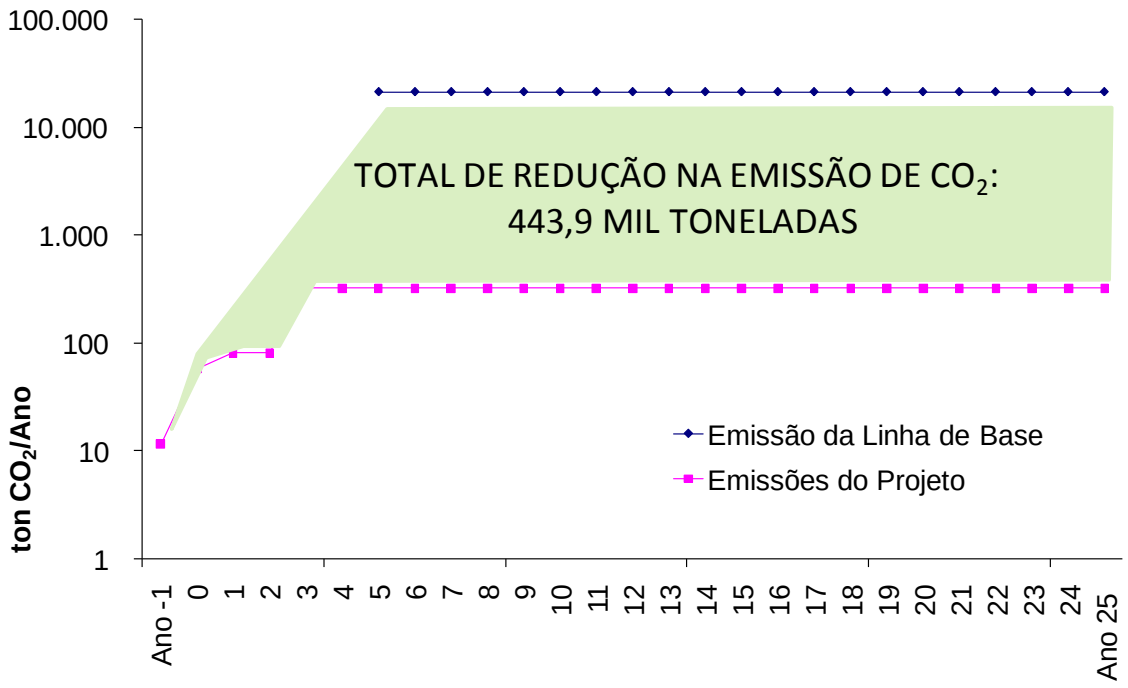

Figura 32 – Emissões da linha de base, emissões do projeto e a redução na emissão de CO_2

Fonte: Elaboração própria.

Com relação aos aspectos sociais, o estudo buscou verificar a geração de emprego e renda na região, uma vez que o projeto abrange uma área devastada espalhada entre Rorainópolis e outros municípios próximos, com população total aproximada de 100 mil pessoas e um PIB per capita de R$ 7.400.

Para o cálculo da geração de emprego, foi considerada a capacidade de empregar uma família para cada 10 hectares plantados com dendê, segundo apresentado por Costa (2004). Desta forma, através da divisão da área total plantada, no presente caso 28.888 ha, pela necessidade de uma família para cada 10 hectares plantados com dendê, foi possível observar que o projeto tem capacidade para empregar 2.888 famílias somente na etapa de plantio e cultivo da palmácea. A Figura 33 ilustra como foi feito este cálculo e apresenta o resultado da geração de emprego.

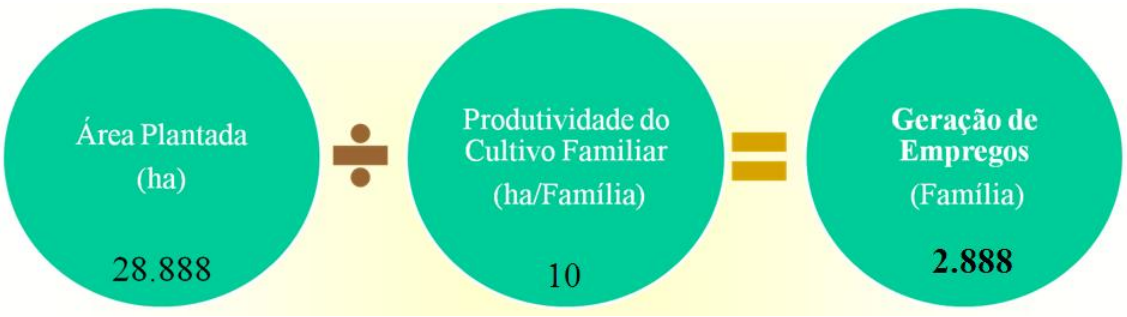

Figura 33 – Cálculo da geração de emprego somente com o plantio e cultivo da palma

Fonte: Elaboração própria.

Para o cálculo da geração de renda para a região, foi utilizado como premissa o pagamento anual de R$ 580 por hectare, como forma de remunerar o trabalho de plantio e cultivo das palmáceas. Este valor é superior ao apresentado por Costa (2004), que indica um pagamento anual entre US$ 200-300 por hectare. Como cada família tem capacidade para cultivar de 10 ha, através da multiplicação do preço pela área de cultivo é possível verificar que cada família tem capacidade para ter uma renda anual complementar de R$ 5.800. A Figura 34 ilustra como foi feito o cálculo da geração de renda por família e também apresenta o resultado.

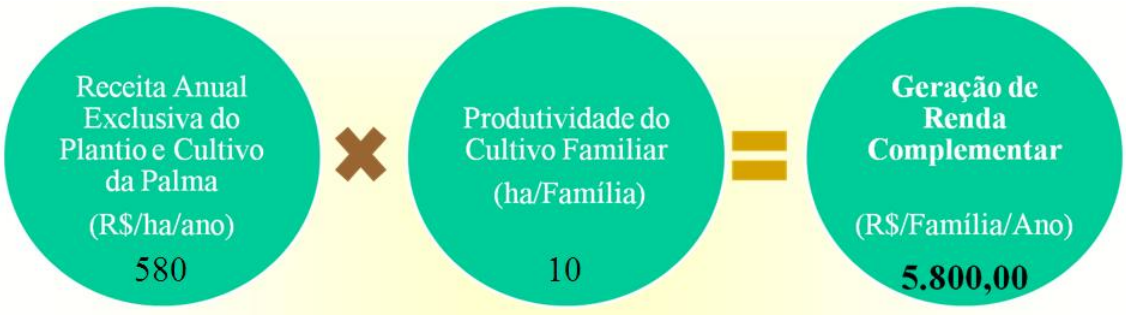

Figura 34 – Cálculo da geração de renda familiar somente com o plantio e cultivo da palma

Fonte: Elaboração própria.

Desta forma, o projeto tem a capacidade de gerar, a cada ano, aproximadamente R$ 16,7 milhões de renda para a região. Se considerarmos os 25 anos de plantio da palmácea, o projeto geraria aproximadamente R$ 418,7 milhões de renda para as famílias que habitam a região, apenas com o plantio e cultivo do dendê.

Cabe ressaltar que, por permitir o plantio de culturas intercalares – uma vez que as palmáceas são dispostas na forma de um triangulo equilátero de 9m de lado – outra

grande vantagem do projeto é permitir que estas famílias cultivem outras culturas que, além de complementar a alimentação doméstica, possam ser comercializadas gerando uma renda adicional para as famílias produtoras. Junto a isto, cabe destacar que a torta de palmiste, por ser um subproduto rico em proteína, é excelente para a alimentação de animais que também podem servir tanto como complemento alimentar como renda para estas famílias.

Desta forma, uma consequencia direta desta geração de renda e alimento complementar é o auxílio na fixação do homem no campo, o que é desejável uma vez que o êxodo rural apresenta características negativas tanto para o local de origem como de destino do migrante.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade econômica e as possíveis consequências sociais e ambientais da exploração comercial do dendê (*Elaeis guineensis*) em terras degradadas na região sul do estado de Roraima, comercializando os óleos de palma e palmiste para a indústria de alimentos e utilizando a biomassa residual como combustível para cogeração em uma usina termelétrica de 10 *megawatt* (MW) de potência. A relevância do trabalho deve-se à realidade da região, que apresenta diversas dificuldades quando se trata da geração de energia elétrica, conservação dos ecossistemas e ainda geração de trabalho e renda para a população local.

Assim, o estudo foi dividido em cinco partes, além desta conclusão. A primeira fez uma introdução ao tema e também abordou os objetivos, questão central e hipótese a ser testada, assim como a metodologia utilizada na análise. Posteriormente, foi feita uma revisão bibliográfica sobre desenvolvimento sustentável e sobre a palma africana, usualmente conhecida como dendê. Aspectos como a competição entre a produção de biocombustíveis e alimentos, características dos óleos de palma e de palmiste, necessidades edafoclimáticas, panorama atual do dendê no mundo e no Brasil também foram abordados apontando para a competitividade e versatilidade do dendê em vários desses aspectos.

As dificuldades acerca da produção de energia elétrica no Sistema Isolado também foram apresentadas. Nesse sentido, destaca-se a predominância atual do uso de combustíveis não renováveis (especialmente o óleo Diesel), o alto custo do transporte do mesmo, a (in)segurança no abastecimento, além da poluição ambiental causada pelo uso de combustíveis derivados do petróleo. Com relação à conservação dos ecossistemas presentes na região, foi constatada a evolução no desmatamento da floresta amazônica nativa. Também foi retratado o atual estado de degradação dos ecossistemas, com atenção especial à situação crítica no estado de Roraima.

No Capítulo 4, foram revisados os métodos de avaliação de projetos de investimentos, com enfoque especial aos métodos do Valor Presente Líquido (VPL) e

da Taxa Interna de Retorno (TIR). Adicionalmente, abordou-se a análise de riscos inerentes aos projetos de investimento.

No Capítulo 5, foram apresentadas as análises feitas sobre o plantio de dendê, sobre a extração dos óleos de palma e de palmiste e sobre o funcionamento de uma usina termelétrica movida a biomassa residual de dendê. Posteriormente, foram apresentados os resultados obtidos nos aspectos econômico-financeiro, ambiental e social.

A análise realizada indicou que o plantio de dendê, juntamente com dois projetos industriais (cogeração de energia térmica e elétrica e extração de óleos de palma e de palmiste) pode trazer benefícios sociais relevantes. Além de contribuir para a redução da degradação ambiental, esse tipo de projeto demonstrou ter potencial para proporcionar um retorno adequado aos investidores.

No quesito ambiental, o projeto de plantação de dendê em sistemas isolados do interior de Roraima, nas especificações de área analisadas, tem potencial para regularizar o passivo ambiental existente e reduzir a emissão de gases de efeito estufa em 443,9 mil toneladas, considerando como linha de base a geração a partir do óleo Diesel, característico nos Sistemas Isolados. Do ponto de vista da regularização do passivo ambiental existente na região, observou-se que o plantio do dendê ajuda a proteger o solo contra erosão e lixiviação, contribuindo ainda na melhora da qualidade do mesmo pela reciclagem de nutrientes ao permitir o plantio de culturas intercalares.

Com relação aos aspectos sociais, o projeto permite que aproximadamente 2.888 famílias possam transformar 28.888 mil hectares de terras degradadas em uma propriedade produtiva, geradora de uma renda anual complementar de R$ 5,8 mil para cada família, somente com o plantio do dendê. Por contemplar a combinação com outras culturas e por ter um subproduto excelente para a alimentação animal, a torta de palmiste, projetos desta natureza podem ajudar a aumentar a segurança alimentar na região, assim como contribuir para a eliminação da pobreza e diminuição do êxodo rural.

Além da geração de renda mensal para as famílias, à medida que o plantio se torne a principal atividade das famílias empregadas, tal projeto também tem a capacidade de eliminar a atividade predatória previamente realizada pelas famílias participantes da empreitada, que até então em sua maioria se dedicavam à carvoaria e plantios de subsistência. Neste contexto, cabe ainda ressaltar que, devido à característica perene do cultivo da palma, esta cultura permite que os agricultores familiares tenham uma fonte de renda durante todo o ano, ao longo de 25 anos, período de vida útil da palmácea. Assim, considera-se que projetos desta natureza contribuem para o resgate da cidadania das famílias envolvidas, até então excluídas economicamente da sociedade.

Na análise econômico-financeira, foi possível verificar a taxa interna de retorno tanto para a usina termelétrica como para a indústria de extração e comercialização de óleos. A usina de extração de óleos com a comercialização dos óleos para a indústria alimentícia apresentou uma TIR de 16,73% ao ano, enquanto a usina termelétrica apresentou uma TIR de 16,38% ao ano. Cabe ressaltar que, caso não existisse o mecanismo de sub-rogação da Conta Consumo de Combustível (CCC) para projetos de geração com fontes renováveis, a TIR do projeto sofreria uma redução de 43,4% (ou perda de 7,11% da taxa), proporcionando um retorno de apenas 9,27%.

Desta forma, após juntar os fluxos de caixa, foi possível verificar que a TIR para o projeto integrado de plantio de dendê com aproveitamento energético dos resíduos é de 16,71% ao ano. O VPL do projeto analisado atingiu R$ 283,8 milhões, com uma taxa de desconto de 10%; R$ 46,9 milhões com uma taxa de desconto de 15% e; negativa em R$ 62,2 milhões com uma taxa de desconto de 20%. Também merece destaque o uso de financiamentos disponíveis para empreendimentos na Região Amazônica, em especial as linhas de crédito do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte do Banco da Amazônia (FNO/BASA).

Nota-se ainda que projetos de geração descentralizada de energia elétrica, como o projeto aqui analisado, ajudam no aumento da segurança energética na região em que eles se localizam, o que se reflete no aumento do bem estar da população local devido ao acesso ininterrupto a energia elétrica. Com efeito, tais projetos, por não se concentrar em uma única grande usina hidroelétrica ou termoelétrica, proporcionam a redução do risco advindo da maior diversidade de fontes. No contexto geral, projetos dessa natureza

ajudam o Brasil a aumentar a participação de fontes renováveis e a reduzir a participação de combustíveis fósseis em sua matriz energética.

Em síntese, pode-se dizer que o presente trabalho indicou que projetos voltados ao aproveitamento integral do dendê têm o mérito de produzir, com viabilidade econômica, energia elétrica de forma descentralizada, através de tecnologias convencionais e disponíveis no país. Ao utilizar resíduos dessa atividade agrícola – um combustível renovável que pode ser disponibilizado localmente – são atendidas as necessidades de desenvolvimento da região sem competição com a produção de alimentos. A energia gerada, nesse caso, é uma coadjuvante da produção de um óleo reconhecidamente saudável e cada vez mais requisitado pela indústria alimentícia em todo o mundo, além de auferir um ganho adicional ao investidor.

6.1 Recomendações

Apesar de ter sido possível calcular a quantidade de emissões de gases de efeito estufa que serão evitados com a substituição da geração termelétrica a Diesel, não fez parte do presente estudo o cálculo do sequestro de carbono advindo da absorção de carbono pela planta em função do seu crescimento. Um estudo mais detalhado visando o cálculo da quantidade de carbono absorvida pela planta durante toda a sua vida útil seria de grande valia, pois permitiria a obtenção de mais recursos para o desenvolvimento da região, sendo inspiração para futuras pesquisas.

Outra recomendação que se pode fazer para futuros trabalhos é a quantificação, tanto da produção de culturas intercalares que podem ser feitas em conjunto com o dendê, como da quantidade de animais que podem ser criados com o outro subproduto, no caso a torta de palmiste, pois assim, ambas estas produções poderiam entrar no cálculo da geração de renda familiar.

REFERÊNCIAS

ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: www.abiove.com.br. Acesso em: 25.out.2010

ABRAMOVAY, R. A dualização como caminho para a agricultura sustentável. Estudos Econômicos, v. 24, 1994

ADAMS, W.M. The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting 2006. Disponível em: http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustanability.pdf. Acesso em: 12.Dez.2010

AGRIANUAL, ANUÁRIO ESTATÍSTICO AGRÍCOLA DE 2008. São Paulo: Consultoria e Agroinformativos. 2008

AJANOVIC, Amela. Biofuels versus food production: Does biofuels production increase food prices?. Energy, 2010

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_geracao/documentos/022010_Resultado%20Leil%C3%A3o%2002-2010.pdf. Acesso em: 15.nov.2010

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações sobre Geração. Disponível em: http://www.aneel.gov.br. Acesso em 14.mar.2011(a).

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/ccc.pdf. Acesso em: 15.mai.2011(b).

ANGARITA, E. Avaliação do impacto energético e ambiental da cogeração no balanço energético e no ciclo de vida do biodiesel de óleo de palma africana. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Itajubá. 2008

APCC. Asian and Pacific Coconut Community. Disponível em: http://www.apccsec.org/document/PRICES.PDF. Acesso em: 12.dez.2010.

ASHTON, T.S. The Industrial Revolution, 1760-1830. Oxford University Press, 1997. Disponível em: http://www.questia.com/PM.qst?a=o&d=77198082. Acesso em: 13.Jan.2011

BACELLAR et al. Wood-fuel biomass from the Madeira River: A sustainable option for electricity production in the Amazon region. Energy Policy 2010;38:5004-5012.

BADAMI et al. Performance analysis of an innovative small-scale trigeneration plant with liquid desiccant cooling system. Energy and Buildings 2009;41.

BALARINE, O. F. O. . Tópicos de Matemática Financeira e Engenharia Econômica. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

BARCELOS, E. et al. A Cultura do dendê. Coleção Plantar n° 32. EMBRAPA-SPI. Brasília, 1995.

BARDOUILLE, Pepukaye; KOUBSKY, Jan. Incorporating sustainable development considerations into energy sector decision-making: MalmoK FlintraK nen district heating facility case study. Energy Policy, 28 ed. 2000.

BASA, Banco da Amazônia. Disponível em: http://www.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/fno.asp. Acesso em 15.jan.2011

BAZMI et al. Progress and challenges in utilization of palm oil biomass as fuel for decentralized electricity generation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011

BERTHAUD, et al. A. "Implantação e Exploração da Cultura do Dendezeiro". In: Viegas, I., Muller, A. (eds), A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira, 1 ed., cap. 10. Belém, Pará, 2000

BITAR, S. et al. Expansion of isolated electrical systems in the Amazon: An approach using fuzzy multi-objective mathematical programming. Energy Policy, 2009

BOWONDER, B. Impact analysis of the green revolution in India. Technological Forecasting and Social Change, vol. 15. 1979;

CAIRNCROSS, Francis. Time to get Stern on climate change. The First Post, 2006. October 2006. Disponível em: http://www.thefirstpost.co.uk/1910,news-comment,news-politics,-time-to-get-stern-on-climate-change. Acesso em: 12.Fev.2011

CAMPOCCIA, et al. Comparative analysis of different supporting measures for the production of electrical energy by solar PV and Wind systems: Four representative European cases. Solar Energy, 83ed. 2009

CAVALIERO, Carla K. N.; SILVA, Ennio P. Geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis alternativas: algumas experiências na Região Amazônica. Anais da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, Vol. 4. 2002

CAVALIERO, Carla K. N. Inserção de Mecanismos Regulatórios de Incentivo ao uso de Fontes Renováveis Alternativas de Energia no Setor Elétrico Brasileiro e no Caso Específico da Região Amazônica. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos), Universidade Estadual de Campinas. 2003

CAVALIERO, Carla K. N.; SILVA, Ennio P. Electricity Generation: regulatory mechanisms to incentive renewables energy sources in Brazil. Energy Policy, 33 ed. 2005

CLIMATE LEADERS. What is the UNFCCC & the COP. Lead India. Disponível em: http://www.climate-leaders.org/climate-change-resources/india-at-cop-15/unfccc-cop. Acesso em: 12.fev.2011

COGEN Europe. Disponível em: http://www.cogeneurope.eu/category/cogeneration/what-is-cogeneration/. Acesso em 20.fev.2011

CONCEIÇÃO, E., MULLER, A. "Botânica e Morfologia do Dendezeiro". In: Viegas, I., Muller, A. (eds), A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira, 1 ed., cap. 2 Belém, Pará, 2000

COSTA, Ricardo C. Potential for producing biofuel in the Amazon deforested areas. Biomass & Bioenergy, 26 ed. 2004

COSTA, Rosélis E. Inventário do Ciclo de Vida do Biodiesel obtido a partir do óleo de palma para as condições do Brasil e da Colômbia. Dissertação (mestrado em Engenharia da Energia), Universidade Federal de Itajubá. 2007

DALTON et al. Case study feasibility analysis of the Pelamis wave energy convertor in Ireland, Portugal and North America. Renewable Energy, 35 ed. 2010;

DECLARATION of the United Nations Conference on the Human Environment, 2010. Disponível em: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503>. Acesso em 20 de março de 2010.

DEMIRBAS, M. Fatih; BALAT, Mustafa; BALAT, Havva. Potential contribution of biomass to the sustainable energy development. Energy Conversion and Management, 50ed. 2009.

EIA, U.S. Energy Information Administration. How much of our electricity is generated from renewable sources?. Disponível em: http://www.eia.doe.gov/energy_in_brief/renewable_energy.cfm. Acesso em: 10.nov.2010.

EMBRAPA, Amazônia Ocidental. Projeto de dendê/palma Amazonas. Julho, 2002. Acesso em: 11.fev.2011. Disponível em:< http://www.cpaa.embrapa.br/portfolio/sistemadeproducao/dende/projetodedendepalmaamazonas.pdf>

EMBRAPA. Viabilidade técnica e econômica de produção de ésteres de óleo de palma, para utilização como substituto de óleo Diesel, na Amazônia. 2004.

ESCOBAR et al. Biofuels: Environment, technology and food security. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2009

EVANS, Annette; STREZOV, Vladimir; EVANS, Tim J. Sustainability considerations for electricity generation from biomass. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14ed. 2010.

EWING et al. Biofuels production in developing countries: assessing tradeoffs in welfare and food security. Environmental Science & Policy. 2009

EXTERNE, Externalities of Energy. ExternE Methodology 2005 Update. Disponível em: http://www.externe.info/. Acesso em: 23.mai.2011

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: HTTP:// http://faostat.fao.org/. Acesso em: 15.nov.2010

FEIBEL, B.J. Investment Performance Measurement. Wiley International, New York. 2003

GITMAN, Lawrence, MADURA, Jeff. Administração financeira: Uma abordagem Gerencial. São Paulo: Addilson Wesley, 2003

GNESD, Global Network on Energy for Sustainable Development. Energy Access theme results: Summary for Policy Makers (SPM), 2004. Disponível em: http://www.gnesd.org/Downloadables/Energy_Access_I/SPM_ver_21_%20April_%202004.pdf. Acesso em: 18.Set.2010

GNESD, Global Network on Energy for Sustainable Development. Achieving Energy Security in Developing Countries. UNEP, 2010. Disponível em: http://www.gnesd.org/Downloadables/EnergySecurityDevCountries.pdf. Acesso em: 13.Mar.2011.

GOLDEMBERG, J. et al. Developing countries are combating climate change. Energy Policy, Vol. 26, No. 3, pp. 233-237, 1998

GOLDEMBERG, J. The Brazilian renewable energy initiative. Energy for Sustainable Development, 2002

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energy and Environment in Brazil. Science, 2007

GTON. Grupo Técnico e Operacional da Região Norte. Plano de Operações para o Sistema Isolado – 2010.

HOMMA, A.K.O.; FURLAN JUNIOR, J. "Desenvolvimento da Dendeicultura na Amazônia: cronologia". In: MÜLLER, A.A.; FURLAN JUNIOR, J. Agronegócio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Belém: Embrapa Amazônia Oriental , 2002

HOUAISS, Dicionário. Consulta em: 20.mai.2011

HUSAIN, Z. et al. Analysis of biomass-residue-based cogeneration system in palm oil mills. Biomass and Bioenergy, Volume 24. 2003

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010, resultados preliminares. Disponível em: <http://ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 15.dez.2010

IEA, International Energy Agency. Key World Energy Statistics, 2010. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf>. Acesso em: 18.março.2011.

INPA Roraima. Desmatamento em Roraima: dados históricos e distribuição espaço-temporal. Relatório Técnico, 2008. Disponível em: http://agroeco.inpa.gov.br/reinaldo/RIBarbosa_ProdCient_Usu_Visitantes/2008Desmatamento_RR_1978_2006.pdf. Acesso em: 12.dez.2010

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Synthesis Report, Annex II, Glossary. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexessglossary-e-i.html. Acesso em: 16.Out.2010

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Emission Factors Tool. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php. Acesso em 12.jan.2011.

KALTNER, F. J. Agroindústria do Óleo de Palma no Pará. Pará, 1997

LIMA, S. et al. Desempenho da Cadeia Produtiva do Dendê na Amazônia Legal. SUDAM/Fundação do Desenvolvimento da UFPE, 2000.

LOFRANO, R. "Alimento e Combustível com a Floresta Preservada". IN: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Consultoria e Agroinformativos, 2008.

MAHLIA et al. An alternative energy source from palm wastes industry for Malaysia and Indonesia. Energy Conversion and Management, 2001.

MARION, Jose Carlos. Contabilidade rural: contabilidade agrícola, contabilidade da pecuária, imposto de renda pessoa jurídica. Editora Atlas, 12ª edição. 2007.

MARTINS, Eliseu; ASSAF NETO, Alexander. Administração Financeira: as Finanças das empresas sob condições inflacionárias. São Paulo: Atlas, 1990.

MEADOWS, D. L., MEADOWS, D. H., RANDERS, J. & BEHRENS, W.W. Limites do crescimento - um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1972.

MME, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2010a, ano base 2009. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2010.pdf. Acesso em: 12.Jan.2011.

MME, Ministério de Minas e Energia. Programa Luz para Todos. Disponível em: http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Livro_LPT_portugues.pdf. Acesso em: 20.abril.2010b.

MORANTE TRIGOSO, F.B. Demanda de energia e desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos. São Paulo,

2004. 311p. Tese (Doutorado em Energia) Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MULLER, A. A Cultura do dendê. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Belém, 1980.

MULLER et al. Potencialidades agrícola econômica e social da dendeicultura no Estado do Pará. In: Conferência Internacional de Integração de Sistemas, 3, 1994, São Paulo. Memórias... São Paulo: IIISis/EMBRAPA, 1994. p. 81-97. 1v.

OIL WORLD ANNUAL, 2009

OIL WORLD ANNUAL, 2010

PARENTE, Virginia. Energia Elétrica: Propostas para uma agenda setorial. In: Propostas para o Próximo Presidente. Revista Digesto Econômico, ISSN 0101-4218. Ed. Printcrom, São Paulo. p. 116-126, v. Jul/2010.

PERALTA et al. "Tropicalisation" of Feed-in Tariffs: A custom-made support scheme for hybrid PV/Diesel systems in isolated regions. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2009; 13:2279-2294.

PEREIRA et al. Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010.

PORTERFIELD, James T.S. Decisões de Investimento e Custo de Capital. São Paulo, Atlas, 1976

PRASERTSAN, S., SAJJAKULNUKIT B. Biomass and biogas energy in Thailand: Potential, opportunity and barriers. Renewable Energy, Volume 31. 2006

PRODES. Desflorestamento nos Municípios da Amazônia Legal para o ano de 2009. Disponível em:<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>, Acesso em: 01.dez.2010

RATHMANN, R.; SZKLO, A.; SCHAEFFER, R. Land use competition for production of food and liquid biofuels: An analysis of the arguments in the current debate. Renewable Energy, 2010

RITTNER, H. Óleo de Palma: tecnologia e utilização. São Paulo, 1996.

RODRIGUES, Alexia de Freitas. Análise da viabilidade de alternativas de suprimento descentralizado de energia elétrica a comunidades rurais de baixa renda com base em seu perfil de demanda. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

LA ROVERE, E. L. L.; GOLDEMBERG, J.; COELLHO, S. T.; SIMOES, A. F.; MUYLAERT, M. S.; GUARDABASSI, P.; ZILLES, R.; MIRANDA, F.; LUCON, O. Expanding access to electricity in Brazil. Energy Sustainable Development, Índia, v. VIII, n. 4, p. 86-94, 2004.

RSPO, Roundtable on Sustainable Palm Oil. Princípios e Critérios da RSPO para a Produção Sustentável de Óleo de Palma, 2007. Disponível em: www.rspo.org . Acesso em: 15.ago.2010

SAMANEZ, C. P. Matemática Financeira: aplicações à análise de investimentos, 3ª edição. Pearson Prentice Hall, São Paulo. 2004

SANTOS, Sandra Maria Apolinário. Geração de eletricidade em comunidades isoladas na Região Amazônica com a utilização de gaseificadores de biomassa. Dissertação (Mestrado Interunidades em Energia), Universidade de São Paulo – IEE/USP. 2006

SANTOS, Anamélia M. Análise do potencial do Biodiesel de Dendê para geração elétrica em sistemas isolados da Amazônia. Dissertação (mestrado em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ. 2008

SANVICENTE, Antonio Z. Administração Financeira. São Paulo, Atlas. 1977

SCHAEFFER et al. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. Energy Policy 2004; 32:1437-1450.

SCHUBERT, Pedro. Análise de investimentos e taxa de retorno. São Paulo: Ática, 1989

SILVA, Orlando Cristiano. Análise do aproveitamento econômico e energético do óleo de palma na Guiné-Bissau na perspectiva do Desenvolvimento Sustentável. Dissertação (Mestrado Interunidades em Energia), Universidade de São Paulo – IEE/USP. 1997

SIZO, R,L, Teixeira. Análise Financeira de Projetos. 1 edição. Brasília: Thesaurus, 1985

SOLOMON, Ezra. Teoria da administração financeira. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

SOUZA, R.C.R. Planejamento do Suprimento de Eletricidade dos Sistemas Isolados na Região Amazônica: Uma abordagem multiobjetiva. Faculdade de Engenharia Mecânica/Departamento de Energia. Tese de D.Sc. UNICAMP, Campinas, 2000

SUDAM, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Disponível em: http://www.sudam.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=6&Itemid=18. Acesso em 15.fev.2011;

SUMATHI et al. Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2008

TIMILSINA et al. How much hope should we have for biofuels? Energy, 2010

TIRADO et al. Addressing the challenges of climate change and biofuel production for food and nutrition security. Food Research International. 2010

THE CLUB OF ROME, 2010. Disponível em: <http://www.clubofrome.org/eng/about/4/>. Acesso em: 20 mar. 2010.

TREIA, Texas Renewable Energy Industries Association. Disponível em: http://www.treia.org/definition.htm.> Acesso em: 15.mai.2010

U.N., United Nations. 2005 World Summit Outcome Document. Disponível em: http://www.who.int/hiv/universalaccess2010/worldsummit.pdf. Acesso em: 12.Fev.2011.

UNCED, United Nations Conference on Environment and Development (Earth Summit). Agenda 21: Chapter 8-Integrating Environment and Development into Decision-making. New York, 1992.

UNDP, United Nations Development Program The Human Development Index (HDI). Disponível em: http://hdr.undp.org/en/statistics/hdi/. Acesso em: 20.mai.2011.

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. Article 2. Disponível em: http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php. Acesso em: 15.Fev.2011

USHIMA, A. H. Geração de energia elétrica distribuída a partir de gaseificação de biomassa. VDI Associação Técnica Brasil-Alemanha. 3º Simpósio Internacional sobre Energia. Novembro, 2003.

VIANNA, F.C. Análise de Ecoeficiência: Avaliação do Desempenho Econômico-Ambiental do Biodiesel e PetroDiesel. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade de São Paulo, 2006

VILLANUEVA, Luz Z. D. Redução do impacto da poluição do ar em usinas termelétricas – Estudo de Caso: Usina termelétrica de Iquitos. Dissertação (Mestrado interunidades em Energia), Universidade de São Paulo. 1998.

VILLELA, Alberto A. O dendê como alternativa energética sustentável em áreas degradadas da Amazônia. Dissertação (mestrado em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro–UFRJ. 2009

VOLPI et al. A sustainable electricity blueprint for Brazil. Energy for Sustainable Development, 2006.

WALDEN, D. 2005. Production of electricity and heat from biomass and agricultural byproducts. Bronzeoak Limited. Disponível em: www.resourcesaver.com/file/toolmanager/O105UF1139.pdf. Acesso em: 12.jan.2010

WANG, Qiang. Time for commercializing non-food biofuel in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011

WCED, World Commission on Environment and Development. Our common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WEINHOLD, Diana; REIS Eustáquio. Transportation costs and the spatial distribution of land use in the Brazilian Amazon. Global Environmental Change 2008, 18:54-68.

YING et al. Plantation development: Economic analysis of forest management in Fujian Province, China. Forest Policy and Economics, 2010

ZAIRIN, A.I. Renewable Energy Case Study in Malaysia: Oil Palm Biomass for Power Generation. Conference Renewable Energy on the Market. 2003

APÊNDICE I

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Demonstração do Resultado do Exercício, Balanço Patrimonial e Fluxo de Caixa

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Demonstração do Resultado do Exercício (1 de 4)

DRE - Agroindústria	Ano -1	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita	**0**	**0**	**0**	**0**	**57.674.229**	**81.809.212**	**140.244.363**
(-) Tributação sobre Venda	0	0	0	0	2.105.109	2.986.036	5.118.919
(=) Receita Líquida	**0**	**0**	**0**	**0**	**55.569.120**	**78.823.175**	**135.125.444**
(-) Custos Variáveis	0	0	0	0	-74.446.736	-68.963.620	-70.306.542
(=) Margem Contribuição	**0**	**0**	**0**	**0**	**-18.877.616**	**9.859.555**	**64.818.901**
Despesas Fixas	**-43.502**	**-461.933**	**-461.933**	**-461.933**	**-1.288.292**	**-1.412.661**	**-1.470.541**
(=) Lucro Bruto	**-43.502**	**-461.933**	**-461.933**	**-461.933**	**-20.165.908**	**8.446.894**	**63.348.360**
(-) Depreciação	**0**	**0**	**0**	**0**	**-5.509.063**	**-6.338.191**	**-6.724.057**
(+) Resultado Financeiro	**-1.544.437**	**-8.299.905**	**-6.784.316**	**-5.677.166**	**-4.114.291**	**-3.601.420**	**-1.390.934**
(-) Despesas ou Receitas Financeiras	-1.544.437	-8.299.905	-6.784.316	-5.677.166	-4.114.291	-3.601.420	-1.390.934
(=) Resultado Antes dos Impostos	**-1.587.938**	**-8.761.838**	**-7.246.249**	**-6.139.099**	**-29.789.263**	**-1.492.717**	**55.233.370**
(-) Provisão para Imposto de Renda	0	0	0	0	0	0	-9.113.506
(-) Provisão para Contribuição Social	0	0	0	0	0	0	-4.971.003
(+) Recuperação de Base Negativa	0	0	0	0	0	0	16.505.131
Lucro Líquido	**-1.587.938**	**-8.761.838**	**-7.246.249**	**-6.139.099**	**-29.789.263**	**-1.492.717**	**57.653.991**

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Demonstração do Resultado do Exercício (2 de 4)

DRE - Agroindústria	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Receita	**198.679.514**	**233.740.605**	**292.175.756**	**292.175.756**	**292.175.756**	**292.175.756**	**292.175.756**
(-) Tributação sobre Venda	7.251.802	8.531.532	10.664.415	10.664.415	10.664.415	10.664.415	10.664.415
(=) Receita Líquida	**191.427.712**	**225.209.073**	**281.511.341**	**281.511.341**	**281.511.341**	**281.511.341**	**281.511.341**
(-) Custos Variáveis	-74.023.102	-75.608.362	-78.250.157	-78.250.157	-78.250.157	-78.250.157	-78.250.157
(=) Margem Contribuição	**117.404.610**	**149.600.710**	**203.261.184**	**203.261.184**	**203.261.184**	**203.261.184**	**203.261.184**
Despesas Fixas	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**
(=) Lucro Bruto	**115.934.069**	**148.130.169**	**201.790.643**	**201.790.643**	**201.790.643**	**201.790.643**	**201.790.643**
(-) Depreciação	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**
(+) Resultado Financeiro	**431.414**	**1.668.719**	**3.356.630**	**3.883.697**	**4.306.302**	**4.789.134**	**5.260.783**
(-) Despesas ou Receitas Financeiras	431.414	1.668.719	3.356.630	3.883.697	4.306.302	4.789.134	5.260.783
(=) Resultado Antes dos Impostos	**109.641.427**	**143.074.831**	**198.423.217**	**198.950.284**	**199.372.888**	**199.855.721**	**200.327.369**
(-) Provisão para Imposto de Renda	-18.090.835	-23.607.347	-32.739.831	-32.826.797	-32.896.527	-32.976.194	-33.054.016
(-) Provisão para Contribuição Social	-9.867.728	-12.876.735	-17.858.089	-17.905.526	-17.943.560	-17.987.015	-18.029.463
(+) Recuperação de Base Negativa	16.505.131	11.553.592	6.602.052	3.135.975	715.222	0	0
Lucro Líquido	**98.187.994**	**118.144.341**	**154.427.349**	**151.353.936**	**149.248.024**	**148.892.512**	**149.243.890**

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Demonstração do Resultado do Exercício (3 de 4)

DRE - Agroindústria	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
Receita	**257.114.665**	**257.114.665**	**257.114.665**	**257.114.665**	**233.740.605**	**233.740.605**	**222.053.575**
(-) Tributação sobre Venda	9.384.685	9.384.685	9.384.685	9.384.685	8.531.532	8.531.532	8.104.955
(=) Receita Líquida	**247.729.980**	**247.729.980**	**247.729.980**	**247.729.980**	**225.209.073**	**225.209.073**	**213.948.619**
(-) Custos Variáveis	-76.665.126	-76.665.126	-76.665.126	-76.665.126	-75.608.362	-72.324.504	-71.796.006
(=) Margem Contribuição	**171.064.854**	**171.064.854**	**171.064.854**	**171.064.854**	**149.600.710**	**152.884.569**	**142.152.613**
Despesas Fixas	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**
(=) Lucro Bruto	**169.594.313**	**169.594.313**	**169.594.313**	**169.594.313**	**148.130.169**	**151.414.028**	**140.682.072**
(-) Depreciação	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**
(+) Resultado Financeiro	**4.618.238**	**4.585.437**	**4.585.437**	**4.585.437**	**4.077.793**	**4.107.144**	**3.853.324**
(-) Despesas ou Receitas Financeiras	4.618.238	4.585.437	4.585.437	4.585.437	4.077.793	4.107.144	3.853.324
(=) Resultado Antes dos Impostos	**167.488.494**	**167.455.693**	**167.455.693**	**167.455.693**	**145.483.905**	**148.797.115**	**137.811.339**
(-) Provisão para Imposto de Renda	-27.635.602	-27.630.189	-27.630.189	-27.630.189	-24.004.844	-24.551.524	-22.738.871
(-) Provisão para Contribuição Social	-15.073.964	-15.071.012	-15.071.012	-15.071.012	-13.093.551	-13.391.740	-12.403.021
(+) Recuperação de Base Negativa	0	0	0	0	0	0	0
Lucro Líquido	**124.778.928**	**124.754.492**	**124.754.492**	**124.754.492**	**108.385.509**	**110.853.851**	**102.669.447**
Margem Ebitda	68,46%	68,46%	68,46%	68,46%	65,77%	67,23%	65,76%

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Demonstração do Resultado do Exercício (4 de 4)

DRE - Agroindústria	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Receita	**210.366.544**	**186.992.484**	**175.305.454**	**163.618.423**	**140.244.363**	**140.244.363**
(-) Tributação sobre Venda	7.678.379	6.825.226	6.398.649	5.972.072	5.118.919	5.118.919
(=) Receita Líquida	**202.688.166**	**180.167.258**	**168.906.805**	**157.646.351**	**135.125.444**	**135.125.444**
(-) Custos Variáveis	-68.096.760	-65.098.464	-59.031.359	-55.564.502	-54.860.070	-54.860.070
(=) Margem Contribuição	**134.591.406**	**115.068.795**	**109.875.445**	**102.081.849**	**80.265.374**	**80.265.374**
Despesas Fixas	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**	**-1.470.541**
(=) Lucro Bruto	**133.120.865**	**113.598.253**	**108.404.904**	**100.611.307**	**78.794.833**	**78.794.833**
(-) Depreciação	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**	**-6.724.057**
(+) Resultado Financeiro	**3.646.751**	**3.170.164**	**3.004.590**	**2.799.552**	**2.254.300**	**2.196.365**
(-) Despesas ou Receitas Financeiras	3.646.751	3.170.164	3.004.590	2.799.552	2.254.300	2.196.365
(=) Resultado Antes dos Impostos	**130.043.559**	**110.044.361**	**104.685.437**	**96.686.803**	**74.325.076**	**74.267.141**
(-) Provisão para Imposto de Renda	-21.457.187	-18.157.320	-17.273.097	-15.953.322	-12.263.638	-12.254.078
(-) Provisão para Contribuição Social	-11.703.920	-9.903.992	-9.421.689	-8.701.812	-6.689.257	-6.684.043
(+) Recuperação de Base Negativa	0	0	0	0	0	0
Lucro Líquido	**96.882.451**	**81.983.049**	**77.990.651**	**72.031.668**	**55.372.182**	**55.329.020**

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Balanço Patrimonial (1 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - Agroindústria	**Ano -1**	**Ano 0**	**Ano 1**	**Ano 2**	**Ano 3**	**Ano 4**	**Ano 5**
ATIVO	**(954.963,64)**	**(7.814.262,10)**	**(15.729.211,77)**	**11.773.794,93**	**(6.096.681,22)**	**(6.821.181,89)**	**46.286.106,72**
Ativo Circulante	**(28.832.740,13)**	**(183.781.806,23)**	**(310.436.683,97)**	**(389.729.611,15)**	**(398.860.895,79)**	**(398.755.343,10)**	**(337.101.283,60)**
Disponibilidades	(28.832.740,13)	(183.781.806,23)	(310.436.683,97)	(389.729.611,15)	(407.322.392,79)	(408.722.346,20)	(351.525.529,84)
Realizável a Curto Prazo	-	-	-	-	4.325.567,20	6.135.690,88	10.518.327,22
Estoques	-	-	-	-	4.135.929,80	3.831.312,22	3.905.919,02
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**27.877.776,49**	**175.967.544,14**	**294.707.472,20**	**401.503.406,08**	**392.764.214,57**	**391.934.161,21**	**383.387.390,32**
Imob. - Terra	7.703.496,50	84.738.461,54	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57
Imob. Agrícola (*Elaeis guineensis*)	20.174.279,99	91.229.082,60	148.341.038,63	204.478.967,73	186.874.532,55	178.327.161,65	169.780.390,76
Cultura Permanente em Formação	19.818.631,68	90.755.972,35	147.911.430,07	204.092.860,86	-	-	-
Cultura Permanente Formada	-	-	-	-	195.588.991,65	187.085.122,45	178.581.253,25
Contabilização de Exaustão	-	-	-	-	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)
Equipamentos Agrícolas	392.231,45	553.195,09	553.195,09	553.195,09			
Depreciação Acum. Equipamentos Agrícolas	(36.583,15)	(80.084,84)	(123.586,53)	(167.088,22)	(210.589,91)	(254.091,60)	(296.993,29)
Imob. Industrial	-	-	-	50.658.004,79	59.523.248,46	67.240.565,99	67.240.565,99
Imobilizado	-	-	-	50.658.004,79	59.523.248,46	67.240.565,99	67.240.565,99
Depreciação	-	-	-	-	(5.509.062,66)	(6.338.190,72)	(6.724.056,60)
Re-Investimento	-	-	-	-	5.509.062,66	6.338.190,72	6.724.056,60
PASSIVO	**(954.963,64)**	**(7.814.262,10)**	**(15.729.211,77)**	**11.773.794,93**	**(6.096.681,22)**	**(6.821.181,89)**	**46.286.106,72**
Passivo Circulante	**632.973,65**	**2.535.512,78**	**1.866.811,86**	**1.866.309,00**	**6.436.723,34**	**6.212.053,78**	**6.598.631,37**
Fornecedores	-	-	-	-	4.135.929,80	3.831.312,22	3.905.919,02
Encargos Tributários/Fiscais	-	-	-	-	175.425,78	248.836,35	426.576,60
Encargos Sociais	632.973,65	2.535.512,78	1.866.811,86	1.866.309,00	2.125.367,76	2.131.905,21	2.266.135,74
Exigível a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**33.642.608,55**	**40.990.980,70**	**41.983.866,19**	**37.050.585,81**
Patrimônio Líquido	**(1.587.937,29)**	**(10.349.774,87)**	**(17.596.023,64)**	**(23.735.122,61)**	**(53.524.385,26)**	**(55.017.101,86)**	**2.636.889,55**
Capital Social	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lucros E Prejuízos Acum.	(1.587.938,29)	(10.349.775,87)	(17.596.024,64)	(23.735.123,61)	(53.524.386,26)	(55.017.102,86)	2.636.888,55

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Balanço Patrimonial (2 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - Agroindústria	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
ATIVO	**139.200.607,67**	**251.815.335,51**	**400.909.482,18**	**546.439.124,81**	**689.862.855,37**	**832.931.073,77**	**980.738.602,92**
Ativo Circulante	**(235.640.011,75)**	**(114.478.513,02)**	**43.162.404,54**	**197.203.994,92**	**349.139.673,22**	**500.719.839,38**	**657.039.316,27**
Disponibilidades	(254.653.369,84)	(136.209.522,97)	16.901.991,89	170.943.582,27	322.879.260,58	474.459.426,73	630.778.903,62
Realizável a Curto Prazo	14.900.963,56	17.530.545,37	21.913.181,71	21.913.181,71	21.913.181,71	21.913.181,71	21.913.181,71
Estoques	4.112.394,53	4.200.464,58	4.347.230,94	4.347.230,94	4.347.230,94	4.347.230,94	4.347.230,94
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**374.840.619,42**	**366.293.848,53**	**357.747.077,64**	**349.235.129,89**	**340.723.182,14**	**332.211.234,39**	**323.699.286,65**
Imob. - Terra	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57
Imob. Agrícola (*Elaeis guineensis*)	161.233.619,87	152.686.848,97	144.140.078,08	135.628.130,33	127.116.182,59	118.604.234,84	110.092.287,09
Cultura Permanente em Formação	-	-	-	-	-	-	-
Cultura Permanente Formada	170.077.384,05	161.573.514,85	153.069.645,64	144.565.776,44	136.061.907,24	127.558.038,04	119.054.168,83
Contabilização de Exaustão	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)
Equipamentos Agrícolas							
Depreciação Acum. Equipamentos Agrícolas	(339.894,98)	(382.796,67)	(425.698,36)	(433.776,90)	(441.855,45)	(449.934,00)	(458.012,54)
Imob. Industrial	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99
Imobilizado	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99
Depreciação	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)
Re-Investimento	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60
PASSIVO	**139.200.607,67**	**251.815.335,51**	**400.909.482,18**	**546.439.124,81**	**689.862.855,37**	**832.931.073,77**	**980.738.602,92**
Passivo Circulante	**7.149.432,00**	**7.444.112,49**	**7.935.203,98**	**7.935.203,98**	**7.935.203,98**	**7.935.203,98**	**7.935.203,98**
Fornecedores	4.112.394,53	4.200.464,58	4.347.230,94	4.347.230,94	4.347.230,94	4.347.230,94	4.347.230,94
Encargos Tributários/Fiscais	604.316,86	710.961,01	888.701,26	888.701,26	888.701,26	888.701,26	888.701,26
Encargos Sociais	2.432.720,62	2.532.686,90	2.699.271,78	2.699.271,78	2.699.271,78	2.699.271,78	2.699.271,78
Exigível a Longo Prazo	**31.226.292,34**	**25.401.998,87**	**19.577.705,41**	**13.753.411,94**	**7.929.118,48**	**2.104.825,01**	**668.464,36**
Patrimônio Líquido	**100.824.883,33**	**218.969.224,14**	**373.396.572,79**	**524.750.508,89**	**673.998.532,91**	**822.891.044,79**	**972.134.934,58**
Capital Social	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lucros E Prejuízos Acum.	100.824.882,33	218.969.223,14	373.396.571,79	524.750.507,89	673.998.531,91	822.891.043,79	972.134.933,58

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Balanço Patrimonial (3 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - Agroindústria	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
ATIVO	**1.104.554.418,30**	**1.229.308.909,86**	**1.354.063.401,42**	**1.478.817.892,98**	**1.587.006.959,45**	**1.697.678.373,55**	**1.800.249.583,54**
Ativo Circulante	**789.367.079,40**	**922.633.518,71**	**1.055.899.958,02**	**1.189.166.397,33**	**1.305.867.411,55**	**1.425.050.773,39**	**1.536.133.931,13**
Disponibilidades	765.824.305,81	899.090.745,12	1.032.357.184,43	1.165.623.623,74	1.284.136.401,60	1.403.502.200,05	1.515.491.246,01
Realizável a Curto Prazo	19.283.599,90	19.283.599,90	19.283.599,90	19.283.599,90	17.530.545,37	17.530.545,37	16.654.018,10
Estoques	4.259.173,69	4.259.173,69	4.259.173,69	4.259.173,69	4.200.464,58	4.018.027,97	3.988.667,02
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**315.187.338,90**	**306.675.391,15**	**298.163.443,40**	**289.651.495,66**	**281.139.547,91**	**272.627.600,16**	**264.115.652,41**
Imob. - Terra	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57
Imob. Agrícola (*Elaeis guineensis*)	101.580.339,34	93.068.391,59	84.556.443,85	76.044.496,10	67.532.548,35	59.020.600,60	50.508.652,86
Cultura Permanente em Formação	-	-	-	-	-	-	-
Cultura Permanente Formada	110.550.299,63	102.046.430,43	93.542.561,23	85.038.692,02	76.534.822,82	68.030.953,62	59.527.084,42
Contabilização de Exaustão	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)
Equipamentos Agrícolas							
Depreciação Acum. Equipamentos Agrícolas	(466.091,09)	(474.169,63)	(482.248,18)	(490.326,72)	(498.405,27)	(506.483,81)	(514.562,36)
Imob. Industrial	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99
Imobilizado	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99
Depreciação	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)
Re-Investimento	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60
PASSIVO	**1.104.554.418,30**	**1.229.308.909,86**	**1.354.063.401,42**	**1.478.817.892,98**	**1.587.006.959,45**	**1.697.678.373,55**	**1.800.249.583,54**
Passivo Circulante	**7.640.555,49**	**7.640.555,49**	**7.640.555,49**	**7.640.555,49**	**7.444.112,49**	**7.261.675,89**	**7.163.438,39**
Fornecedores	4.259.173,69	4.259.173,69	4.259.173,69	4.259.173,69	4.200.464,58	4.018.027,97	3.988.667,02
Encargos Tributários/Fiscais	782.057,11	782.057,11	782.057,11	782.057,11	710.961,01	710.961,01	675.412,96
Encargos Sociais	2.599.324,69	2.599.324,69	2.599.324,69	2.599.324,69	2.532.686,90	2.532.686,90	2.499.358,41
Exigível a Longo Prazo	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**
Patrimônio Líquido	**1.096.913.862,81**	**1.221.668.354,37**	**1.346.422.845,93**	**1.471.177.337,50**	**1.579.562.846,96**	**1.690.416.697,66**	**1.793.086.145,15**
Capital Social	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lucros E Prejuízos Acum.	1.096.913.861,81	1.221.668.353,37	1.346.422.844,93	1.471.177.336,50	1.579.562.845,96	1.690.416.696,66	1.793.086.144,15

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Balanço Patrimonial (4 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - Agroindústria	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
ATIVO	**1.896.641.002,82**	**1.978.343.819,19**	**2.055.940.587,80**	**2.127.722.812,97**	**2.182.942.198,87**	**2.238.271.219,01**
Ativo Circulante	**1.641.037.298,16**	**1.731.252.062,27**	**1.817.360.778,64**	**1.897.654.951,55**	**1.961.379.406,65**	**2.025.212.295,99**
Disponibilidades	1.621.476.654,02	1.713.611.044,66	1.800.933.349,64	1.882.296.653,00	1.947.813.297,79	2.011.646.187,13
Realizável a Curto Prazo	15.777.490,83	14.024.436,29	13.147.909,03	12.271.381,76	10.518.327,22	10.518.327,22
Estoques	3.783.153,31	3.616.581,32	3.279.519,97	3.086.916,80	3.047.781,64	3.047.781,64
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**255.603.704,66**	**247.091.756,92**	**238.579.809,17**	**230.067.861,42**	**221.562.792,22**	**213.058.923,02**
Imob. - Terra	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57	146.366.433,57
Imob. Agrícola (*Elaeis guineensis*)	41.996.705,11	33.484.757,36	24.972.809,61	16.460.861,86	7.955.792,66	(548.076,54)
Cultura Permanente em Formação	-	-	-	-	-	-
Cultura Permanente Formada	51.023.215,21	42.519.346,01	34.015.476,81	25.511.607,61	17.007.738,40	8.503.869,20
Contabilização de Exaustão	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)	(8.503.869,20)
Equipamentos Agrícolas						
Depreciação Acum. Equipamentos Agrícolas	(522.640,90)	(530.719,45)	(538.798,00)	(546.876,54)	(548.076,54)	(548.076,54)
Imob. Industrial	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99
Imobilizado	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99	67.240.565,99
Depreciação	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)	(6.724.056,60)
Re-Investimento	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60	6.724.056,60
PASSIVO	**1.896.641.002,82**	**1.978.343.819,19**	**2.055.940.587,80**	**2.127.722.812,97**	**2.182.942.198,87**	**2.238.271.219,01**
Passivo Circulante	**6.672.406,49**	**6.392.174,03**	**5.998.292,05**	**5.748.849,05**	**5.596.053,43**	**5.596.053,43**
Fornecedores	3.783.153,31	3.616.581,32	3.279.519,97	3.086.916,80	3.047.781,64	3.047.781,64
Encargos Tributários/Fiscais	639.864,91	568.768,81	533.220,75	497.672,70	426.576,60	426.576,60
Encargos Sociais	2.249.388,27	2.206.823,91	2.185.551,33	2.164.259,55	2.121.695,18	2.121.695,18
Exigível a Longo Prazo	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**	**(0,00)**
Patrimônio Líquido	**1.889.968.596,33**	**1.971.951.645,15**	**2.049.942.295,75**	**2.121.973.963,93**	**2.177.346.145,44**	**2.232.675.165,58**
Capital Social	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lucros E Prejuízos Acum.	1.889.968.595,33	1.971.951.644,15	2.049.942.294,75	2.121.973.962,93	2.177.346.144,44	2.232.675.164,58

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Fluxo de Caixa (1 de 4)

FLUXO DE CAIXA - Agroindústria	Ano -1	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
RESULT. OPERACIONAL	**(43.501,69)**	**(461.932,71)**	**(461.932,71)**	**(461.932,71)**	**(20.165.908,49)**	**8.446.894,15**	**63.348.360,14**
(-) Impostos	-	-	-	-	-	-	(14.084.509,32)
(+) Recuperação de Base Negativa	-	-	-	-	-	-	16.505.130,86
NOPAT	**(43.501,69)**	**(461.932,71)**	**(461.932,71)**	**(461.932,71)**	**(20.165.908,49)**	**8.446.894,15**	**65.768.981,68**
(+/-) Var. Capital de Giro	**632.973,65**	**1.902.539,12**	**(668.700,91)**	**(502,87)**	**(3.891.082,66)**	**(1.730.175,66)**	**(4.070.665,55)**
Variações Ativas Operacionais	-	-	-	-	8.461.497,00	1.505.506,10	4.457.243,14
Realizável a Curto Prazo	-	-	-	-	4.325.567,20	1.810.123,68	4.382.636,34
Estoques	-	-	-	-	4.135.929,80	(304.617,57)	74.606,80
Variações Passivas Operacionais	632.973,65	1.902.539,12	(668.700,91)	(502,87)	4.570.414,34	(224.669,56)	386.577,58
Fornecedores	-	-	-	-	4.135.929,80	(304.617,57)	74.606,80
Encargos Tributários/Fiscais	-	-	-	-	175.425,78	73.410,57	177.740,25
Encargos Sociais	632.973,65	1.902.539,12	(668.700,91)	(502,87)	259.058,76	6.537,44	134.230,54
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**589.471,96**	**1.440.606,41**	**(1.130.633,62)**	**(462.435,57)**	**(24.056.991,15)**	**6.716.718,49**	**61.698.316,13**
(-) Investimentos CAPEX	27.877.776,49	148.089.767,64	118.739.928,06	106.795.933,88	(3.230.128,85)	5.508.137,36	(1.822.714,29)
FLUXO CAIXA LIVRE	**(27.288.304,53)**	**(146.649.161,23)**	**(119.870.561,68)**	**(107.258.369,46)**	**(20.826.862,30)**	**1.208.581,13**	**63.521.030,42**
(-) Fluxo Financeiro	(1.544.436,60)	(8.299.904,88)	(6.784.316,06)	27.965.442,28	3.234.080,66	(2.608.534,54)	(6.324.214,06)
Desp./Rec. Financeira	(1.544.436,60)	(8.299.904,88)	(6.784.316,06)	(5.677.166,27)	(4.114.291,49)	(3.601.420,02)	(1.390.933,68)
Empréstimos e Financiamentos	-	-	-	33.642.608,55	7.348.372,16	992.885,49	(4.933.280,38)
FLUXO LÍQUIDO	**(28.832.741,13)**	**(154.949.066,11)**	**(126.654.877,74)**	**(79.292.927,18)**	**(17.592.781,64)**	**(1.399.953,41)**	**57.196.816,36**

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Fluxo de Caixa (2 de 4)

FLUXO DE CAIXA - Agroindústria	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
RESULT. OPERACIONAL	**115.934.069,19**	**148.130.169,13**	**201.790.642,92**	**201.790.642,92**	**201.790.642,92**	**201.790.642,92**	**201.790.642,92**
(-) Impostos	(27.958.563,82)	(36.484.081,95)	(50.597.920,21)	(50.732.322,30)	(50.840.086,48)	(50.963.208,76)	(51.083.479,06)
(+) Recuperação de Base Negativa	16.505.130,86	11.553.591,60	6.602.052,34	3.135.974,86	715.222,34	0,00	0,00
NOPAT	**104.480.636,23**	**123.199.678,78**	**157.794.775,05**	**154.194.295,48**	**151.665.778,77**	**150.827.434,15**	**150.707.163,86**
(+/-) Var. Capital de Giro	**(4.038.311,21)**	**(2.422.971,37)**	**(4.038.311,21)**	**-**	**-**	**-**	**-**
Variações Ativas Operacionais	4.589.111,85	2.717.651,86	4.529.402,70	-	-	-	-
Realizável a Curto Prazo	4.382.636,34	2.629.581,81	4.382.636,34	-	-	-	-
Estoques	206.475,51	88.070,05	146.766,36	-	-	-	-
Variações Passivas Operacionais	550.800,64	294.680,49	491.091,48	-	-	-	-
Fornecedores	206.475,51	88.070,05	146.766,36	-	-	-	-
Encargos Tributários/Fiscais	177.740,25	106.644,15	177.740,25	-	-	-	-
Encargos Sociais	166.584,88	99.966,29	166.584,88	-	-	-	-
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**100.442.325,01**	**120.776.707,41**	**153.756.463,83**	**154.194.295,48**	**151.665.778,77**	**150.827.434,15**	**150.707.163,86**
(-) Investimentos CAPEX	(1.822.714,29)	(1.822.714,29)	(1.822.714,29)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)
FLUXO CAIXA LIVRE	**102.265.039,31**	**122.599.421,71**	**155.579.178,13**	**155.982.186,63**	**153.453.669,92**	**152.615.325,30**	**152.495.055,01**
(-) Fluxo Financeiro	(5.392.879,31)	(4.155.574,83)	(2.467.663,27)	(1.940.596,24)	(1.517.991,61)	(1.035.159,15)	3.824.421,88
Desp./Rec. Financeira	431.414,15	1.668.718,63	3.356.630,20	3.883.697,22	4.306.301,85	4.789.134,32	5.260.782,53
Empréstimos e Financiamentos	(5.824.293,47)	(5.824.293,47)	(5.824.293,47)	(5.824.293,47)	(5.824.293,47)	(5.824.293,47)	(1.436.360,65)
FLUXO LÍQUIDO	**96.872.159,99**	**118.443.846,88**	**153.111.514,86**	**154.041.590,38**	**151.935.678,31**	**151.580.166,16**	**156.319.476,89**

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Fluxo de Caixa (3 de 4)

FLUXO DE CAIXA - Agroindústria	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
RESULT. OPERACIONAL	**169.594.312,56**	**169.594.312,56**	**169.594.312,56**	**169.594.312,56**	**148.130.169,13**	**151.414.028,08**	**140.682.071,57**
(-) Impostos	(42.709.566,04)	(42.701.201,81)	(42.701.201,81)	(42.701.201,81)	(37.098.395,86)	(37.943.264,34)	(35.141.891,42)
(+) Recuperação de Base Negativa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOPAT	**126.884.746,52**	**126.893.110,75**	**126.893.110,75**	**126.893.110,75**	**111.031.773,27**	**113.470.763,74**	**105.540.180,15**
(+/-) Var. Capital de Giro	**2.422.990,57**	**-**	**-**	**-**	**1.615.320,65**	**-**	**807.650,72**
Variações Ativas Operacionais	(2.717.639,06)	-	-	-	(1.811.763,64)	(182.436,61)	(905.888,22)
Realizável a Curto Prazo	(2.629.581,81)	-	-	-	(1.753.054,54)	-	(876.527,27)
Estoques	(88.057,25)	-	-	-	(58.709,10)	(182.436,61)	(29.360,95)
Variações Passivas Operacionais	(294.648,49)	-	-	-	(196.442,99)	(182.436,61)	(98.237,50)
Fornecedores	(88.057,25)	-	-	-	(58.709,10)	(182.436,61)	(29.360,95)
Encargos Tributários/Fiscais	(106.644,15)	-	-	-	(71.096,10)	-	(35.548,05)
Encargos Sociais	(99.947,09)	-	-	-	(66.637,79)	-	(33.328,50)
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**129.307.737,09**	**126.893.110,75**	**126.893.110,75**	**126.893.110,75**	**112.647.093,92**	**113.470.763,74**	**106.347.830,87**
(-) Investimentos CAPEX	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)
FLUXO CAIXA LIVRE	**131.095.628,24**	**128.681.001,90**	**128.681.001,90**	**128.681.001,90**	**114.434.985,07**	**115.258.654,89**	**108.135.722,02**
(-) Fluxo Financeiro	3.949.773,95	4.585.437,41	4.585.437,41	4.585.437,41	4.077.792,79	4.107.143,56	3.853.323,94
Desp./Rec. Financeira	4.618.238,31	4.585.437,41	4.585.437,41	4.585.437,41	4.077.792,79	4.107.143,56	3.853.323,94
Empréstimos e Financiamentos	(668.464,36)	-	-	-	-	-	-
FLUXO LÍQUIDO	**135.045.402,18**	**133.266.439,31**	**133.266.439,31**	**133.266.439,31**	**118.512.777,86**	**119.365.798,45**	**111.989.045,96**

Projeto Agroindustrial de Extração de Óleos – Fluxo de Caixa (4 de 4)

FLUXO DE CAIXA - Agroindústria	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
RESULT. OPERACIONAL	**133.120.864,72**	**113.598.253,33**	**108.404.904,00**	**100.611.307,46**	**78.794.832,90**	**78.794.832,90**
(-) Impostos	(33.161.107,45)	(28.061.312,01)	(26.694.786,45)	(24.655.134,74)	(18.952.894,34)	(18.938.120,99)
(+) Recuperação de Base Negativa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOPAT	**99.959.757,27**	**85.536.941,32**	**81.710.117,55**	**75.956.172,71**	**59.841.938,56**	**59.856.711,92**
(+/-) Var. Capital de Giro	**591.009,08**	**1.639.394,07**	**819.706,64**	**819.687,44**	**1.639.394,07**	**-**
Variações Ativas Operacionais	(1.082.040,98)	(1.919.626,53)	(1.213.588,62)	(1.069.130,44)	(1.792.189,69)	-
Realizável a Curto Prazo	(876.527,27)	(1.753.054,54)	(876.527,27)	(876.527,27)	(1.753.054,54)	-
Estoques	(205.513,71)	(166.571,99)	(337.061,35)	(192.603,17)	(39.135,15)	-
Variações Passivas Operacionais	(491.031,89)	(280.232,46)	(393.881,98)	(249.443,01)	(152.795,62)	-
Fornecedores	(205.513,71)	(166.571,99)	(337.061,35)	(192.603,17)	(39.135,15)	-
Encargos Tributários/Fiscais	(35.548,05)	(71.096,10)	(35.548,05)	(35.548,05)	(71.096,10)	-
Encargos Sociais	(249.970,13)	(42.564,36)	(21.272,58)	(21.291,78)	(42.564,36)	-
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**100.550.766,35**	**87.176.335,39**	**82.529.824,19**	**76.775.860,15**	**61.481.332,63**	**59.856.711,92**
(-) Investimentos CAPEX	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.787.891,15)	(1.781.012,60)	(1.779.812,60)
FLUXO CAIXA LIVRE	**102.338.657,50**	**88.964.226,54**	**84.317.715,34**	**78.563.751,29**	**63.262.345,24**	**61.636.524,52**
(-) Fluxo Financeiro	3.646.750,51	3.170.164,10	3.004.589,65	2.799.552,06	2.254.299,55	2.196.364,82
Desp./Rec. Financeira	3.646.750,51	3.170.164,10	3.004.589,65	2.799.552,06	2.254.299,55	2.196.364,82
Empréstimos e Financiamentos	-	-	-	-	-	-
FLUXO LÍQUIDO	**105.985.408,01**	**92.134.390,64**	**87.322.304,99**	**81.363.303,36**	**65.516.644,79**	**63.832.889,34**

APÊNDICE II

Usina Termelétrica – Demonstração do Resultado do Exercício, Balanço Patrimonial e Fluxo de Caixa

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Demonstração do Resultado do Exercício (1 de 4)

DRE - UTE	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
(=) Receita Bruta	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**8.836.117,20**
(-) Impostos sobre a Receita	-	-	-	-	-	(322.518,28)
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*-3,65%*
(=) Receita Líquida	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**8.513.598,92**
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*100,0%*
(-) C.M.V.	-	-	-	-	-	-
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*0,0%*
(=) Lucro Bruto	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**8.513.598,92**
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*100,0%*
(-) Despesas Operacionais	-	-	-	(681.139,66)	(681.139,66)	(769.500,83)
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*-9,0%*
(-) Depreciação	**-**	**-**	**-**	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*-18,7%*
(=) Lucro Operacional	**-**	**-**	**-**	**(2.270.070,69)**	**(2.270.070,69)**	**6.155.167,06**
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*72,3%*
(-) Despesa / Receita Financeira	(21.400,17)	(377.681,97)	(1.067.911,00)	(2.247.306,24)	(2.701.289,19)	(2.170.188,70)
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*-25,5%*
(=) Lucro Antes do Imposto	**(21.400,17)**	**(377.681,97)**	**(1.067.911,00)**	**(4.517.376,93)**	**(4.971.359,88)**	**3.984.978,36**
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*46,8%*
(-) Impostos sobre Lucro	**-**	**-**	-	-	-	(601.709,20)
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*-7,1%*
(=) Lucro Líquido	**(21.400,17)**	**(377.681,97)**	**(1.067.911,00)**	**(4.517.376,93)**	**(4.971.359,88)**	**3.383.269,16**
	#DIV/0!	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*#DIV/0!*	*39,7%*

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Demonstração do Resultado do Exercício (2 de 4)

DRE - UTE	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
(=) Receita Bruta	**8.861.953,80**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.861.953,80**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**
(-) Impostos sobre a Receita	(323.461,31)	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)	(323.461,31)	(322.518,28)	(322.518,28)
	-3,65%	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*
(=) Receita Líquida	**8.538.492,49**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.538.492,49**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**
	100,0%	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*
(-) C.M.V.	-	-	-	-	-	-	-
	0,0%	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
(=) Lucro Bruto	**8.538.492,49**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.538.492,49**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**
	100,0%	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*
(-) Despesas Operacionais	(769.759,19)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.759,19)	(769.500,83)	(769.500,83)
	-9,0%	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*
(-) Depreciação	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
	-18,6%	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,6%*	*-18,7%*	*-18,7%*
(=) Lucro Operacional	**6.179.802,26**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.179.802,26**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
	72,4%	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,4%*	*72,3%*	*72,3%*
(-) Despesa / Receita Financeira	(1.999.175,94)	(1.849.557,32)	(1.699.374,97)	(1.549.133,87)	(1.398.211,56)	(1.230.975,47)	(1.231.034,21)
	-23,4%	*-21,7%*	*-20,0%*	*-18,2%*	*-16,4%*	*-14,5%*	*-14,5%*
(=) Lucro Antes do Imposto	**4.180.626,32**	**4.305.609,74**	**4.455.792,09**	**4.606.033,19**	**4.781.590,70**	**4.924.191,59**	**4.924.132,85**
	49,0%	*50,6%*	*52,3%*	*54,1%*	*56,0%*	*57,8%*	*57,8%*
(-) Impostos sobre Lucro	(631.545,51)	(650.605,49)	(673.508,29)	(696.420,06)	(723.192,58)	(744.939,22)	(744.930,26)
	-7,4%	*-7,6%*	*-7,9%*	*-8,2%*	*-8,5%*	*-8,7%*	*-8,7%*
(=) Lucro Líquido	**3.549.080,80**	**3.655.004,26**	**3.782.283,80**	**3.909.613,13**	**4.058.398,12**	**4.179.252,37**	**4.179.202,59**
	41,6%	*42,9%*	*44,4%*	*45,9%*	*47,5%*	*49,1%*	*49,1%*

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Demonstração do Resultado do Exercício (3 de 4)

DRE - UTE	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
(=) Receita Bruta	**8.836.117,20**	**8.861.953,80**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**
(-) Impostos sobre a Receita	(322.518,28)	(323.461,31)	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)
	-3,65%	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*
(=) Receita Líquida	**8.513.598,92**	**8.538.492,49**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**
	100,0%	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*
(-) C.M.V.	-	-	-	-	-	-	-
	0,0%	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
(=) Lucro Bruto	**8.513.598,92**	**8.538.492,49**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**
	100,0%	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*
(-) Despesas Operacionais	(769.500,83)	(769.759,19)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)
	-9,0%	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*
(-) Depreciação	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
	-18,7%	*-18,6%*	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,7%*
(=) Lucro Operacional	**6.155.167,06**	**6.179.802,26**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
	72,3%	*72,4%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*
(-) Despesa / Receita Financeira	(1.231.034,21)	(1.230.353,00)	(1.230.975,47)	(1.231.034,21)	(1.231.034,21)		
	-14,5%	*-14,4%*	*-14,5%*	*-14,5%*	*-14,5%*	*0,0%*	*0,0%*
(=) Lucro Antes do Imposto	**4.924.132,85**	**4.949.449,26**	**4.924.191,59**	**4.924.132,85**	**4.924.132,85**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
	57,8%	*58,0%*	*57,8%*	*57,8%*	*57,8%*	*72,3%*	*72,3%*
(-) Impostos sobre Lucro	(744.930,26)	(748.791,01)	(744.939,22)	(744.930,26)	(744.930,26)	(938.662,98)	(938.662,98)
	-8,7%	*-8,8%*	*-8,7%*	*-8,7%*	*-8,7%*	*-11,0%*	*-11,0%*
(=) Lucro Líquido	**4.179.202,59**	**4.200.658,25**	**4.179.252,37**	**4.179.202,59**	**4.179.202,59**	**5.216.504,08**	**5.216.504,08**
	49,1%	*49,2%*	*49,1%*	*49,1%*	*49,1%*	*61,3%*	*61,3%*

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Demonstração do Resultado do Exercício (4 de 4)

DRE - UTE	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
(=) Receita Bruta	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**	**8.836.117,20**
(-) Impostos sobre a Receita	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)	(322.518,28)
	-3,65%	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*	*-3,65%*
(=) Receita Líquida	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**
	100,0%	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*
(-) C.M.V.	-	-	-	-	-	-
	0,0%	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
(=) Lucro Bruto	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**	**8.513.598,92**
	100,0%	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*	*100,0%*
(-) Despesas Operacionais	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)	(769.500,83)
	-9,0%	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*	*-9,0%*
(-) Depreciação	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
	-18,7%	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,7%*	*-18,7%*
(=) Lucro Operacional	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
	72,3%	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*
(-) Despesa / Receita Financeira						
	0,0%	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
(=) Lucro Antes do Imposto	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
	72,3%	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*	*72,3%*
(-) Impostos sobre Lucro	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)
	-11,0%	*-11,0%*	*-11,0%*	*-11,0%*	*-11,0%*	*-11,0%*
(=) Lucro Líquido	**5.216.504,08**	**5.216.504,08**	**5.216.504,08**	**5.216.504,08**	**5.216.504,08**	**5.216.504,08**
	61,3%	*61,3%*	*61,3%*	*61,3%*	*61,3%*	*61,3%*

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Balanço Patrimonial (1 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - UTE	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
ATIVO	**4.631.010,12**	**10.004.624,35**	**23.466.181,16**	**38.813.743,65**	**34.343.681,23**	**18.179.921,70**
Ativo Circulante	**3.874.253,41**	**2.685.052,40**	**(367.784,37)**	**(9.848.273,64)**	**(16.387.141,11)**	**(13.567.568,83)**
Disponibilidades	3.874.253,41	2.685.052,40	(367.784,37)	(9.848.273,64)	(16.387.141,11)	(14.598.449,17)
Realizável a Curto Prazo	-	-	-	-	-	662.708,79
Estoque	-	-	-	-	-	368.171,55
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**756.756,71**	**7.319.571,95**	**23.833.965,53**	**48.662.017,29**	**50.730.822,34**	**31.747.490,52**
Imobilizado	756.756,71	6.562.815,24	16.514.393,58	26.416.982,80	3.657.736,08	-
Depreciação	-	-	-	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04
Conta Consumo de Combustivel - Contrapartida	-	-	-	-	-	(17.394.400,78)
PASSIVO	**4.631.010,12**	**10.004.624,35**	**23.466.181,16**	**38.813.743,65**	**34.343.681,23**	**18.179.921,70**
Passivo Circulante	**-**	**-**	**-**	**(36.900,00)**	**(36.900,00)**	**427.118,88**
Fornecedores	-	-	-	-	-	490.895,40
Encargos Tributários/Fiscais	-	-	-	-	-	(26.876,52)
Encargos Sociais	-	-	-	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)
Exigível a Longo Prazo	**652.410,30**	**6.403.706,50**	**20.933.174,30**	**40.835.013,73**	**41.336.311,19**	**38.719.664,40**
Patrimônio Líquido	**3.978.599,83**	**3.600.917,85**	**2.533.006,85**	**(1.984.370,08)**	**(6.955.729,96)**	**(20.966.861,58)**
Capital Social	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
Lucros E Prejuízos Acum.	(21.400,17)	(399.082,15)	(1.466.993,15)	(5.984.370,08)	(10.955.729,96)	(7.572.460,80)
Bens e Direitos de Terceiros	-	-	-	-	-	17.394.400,78

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Balanço Patrimonial (2 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - UTE	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
ATIVO	**1.668.450,89**	**(9.760.971,26)**	**(10.272.500,47)**	**(10.679.612,13)**	**(10.964.297,57)**	**(8.534.999,12)**	**(4.933.959,36)**
Ativo Circulante	**(11.044.846,99)**	**(8.418.915,27)**	**(5.664.347,22)**	**(2.782.449,85)**	**249.589,30**	**6.016.415,93**	**11.784.549,55**
Disponibilidades	(12.078.741,60)	(9.449.795,61)	(6.695.227,56)	(3.813.330,19)	(784.305,31)	4.985.535,59	10.753.669,21
Realizável a Curto Prazo	664.646,54	662.708,79	662.708,79	662.708,79	664.646,54	662.708,79	662.708,79
Estoque	369.248,08	368.171,55	368.171,55	368.171,55	369.248,08	368.171,55	368.171,55
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**12.713.297,88**	**(1.342.055,99)**	**(4.608.153,25)**	**(7.897.162,28)**	**(11.213.886,87)**	**(14.551.415,05)**	**(16.718.508,91)**
Imobilizado	-	-	-	-	-	-	-
Depreciação	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04
Conta Consumo de Combustivel - Contrapartida	(17.445.261,60)	(12.466.422,83)	(1.677.166,23)	(1.700.077,99)	(1.727.793,55)	(1.748.597,15)	(578.162,83)
PASSIVO	**1.668.450,89**	**(9.760.971,26)**	**(10.272.500,47)**	**(10.679.612,13)**	**(10.964.297,57)**	**(8.534.999,12)**	**(4.933.959,36)**
Passivo Circulante	**428.475,66**	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**	**428.475,66**	**427.118,88**	**427.118,88**
Fornecedores	492.330,77	490.895,40	490.895,40	490.895,40	492.330,77	490.895,40	490.895,40
Encargos Tributários/Fiscais	(26.955,11)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.955,11)	(26.876,52)	(26.876,52)
Encargos Sociais	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)
Exigível a Longo Prazo	**36.103.017,61**	**33.486.370,83**	**30.869.724,04**	**28.253.077,25**	**25.636.430,46**	**25.636.430,46**	**25.636.430,46**
Patrimônio Líquido	**(34.863.042,38)**	**(43.674.460,96)**	**(41.569.343,39)**	**(39.359.808,25)**	**(37.029.203,69)**	**(34.598.548,46)**	**(30.997.508,70)**
Capital Social	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
Lucros E Prejuízos Acum.	(4.023.380,00)	(368.375,74)	3.413.908,06	7.323.521,19	11.381.919,31	15.561.171,68	19.740.374,27
Bens e Direitos de Terceiros	34.839.662,39	47.306.085,22	48.983.251,45	50.683.329,44	52.411.122,99	54.159.720,14	54.737.882,97

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Balanço Patrimonial (3 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - UTE	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
ATIVO	**(754.756,78)**	**3.447.258,25**	**7.625.153,85**	**11.804.356,43**	**15.983.559,02**	**(4.436.367,36)**	**780.136,72**
Ativo Circulante	**17.552.683,17**	**23.343.629,24**	**29.110.455,86**	**34.878.589,49**	**40.646.723,11**	**21.815.727,77**	**28.621.162,88**
Disponibilidades	16.521.802,83	22.309.734,63	28.079.575,52	33.847.709,15	39.615.842,77	20.784.847,43	27.590.282,54
Realizável a Curto Prazo	662.708,79	664.646,54	662.708,79	662.708,79	662.708,79	662.708,79	662.708,79
Estoque	368.171,55	369.248,08	368.171,55	368.171,55	368.171,55	368.171,55	368.171,55
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**(18.307.439,95)**	**(19.896.370,98)**	**(21.485.302,02)**	**(23.074.233,06)**	**(24.663.164,09)**	**(26.252.095,13)**	**(27.841.026,16)**
Imobilizado	-	-	-	-	-	-	-
Depreciação	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04
Conta Consumo de Combustivel - Contrapartida	-	-	-	-	-	-	-
PASSIVO	**(754.756,78)**	**3.447.258,25**	**7.625.153,85**	**11.804.356,43**	**15.983.559,02**	**(4.436.367,36)**	**780.136,72**
Passivo Circulante	**427.118,88**	**428.475,66**	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**
Fornecedores	490.895,40	492.330,77	490.895,40	490.895,40	490.895,40	490.895,40	490.895,40
Encargos Tributários/Fiscais	(26.876,52)	(26.955,11)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)
Encargos Sociais	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)
Exigível a Longo Prazo	**25.636.430,46**	**25.636.430,46**	**25.636.430,46**	**25.636.430,46**	**25.636.430,46**	**-**	**-**
Patrimônio Líquido	**(26.818.306,12)**	**(22.617.647,87)**	**(18.438.395,49)**	**(14.259.192,91)**	**(10.079.990,32)**	**(4.863.486,24)**	**353.017,85**
Capital Social	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
Lucros E Prejuízos Acum.	23.919.576,85	28.120.235,10	32.299.487,48	36.478.690,06	40.657.892,65	45.874.396,73	51.090.900,82
Bens e Direitos de Terceiros	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Balanço Patrimonial (4 de 4)

BALANÇO PATRIMONIAL - UTE	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
ATIVO	**5.996.640,81**	**11.213.144,89**	**16.429.648,97**	**21.646.153,05**	**26.862.657,14**	**32.079.161,22**
Ativo Circulante	**35.426.598,00**	**42.232.033,12**	**49.037.468,24**	**55.842.903,36**	**62.648.338,48**	**69.453.773,59**
Disponibilidades	34.395.717,66	41.201.152,78	48.006.587,90	54.812.023,02	61.617.458,14	68.422.893,25
Realizável a Curto Prazo	662.708,79	662.708,79	662.708,79	662.708,79	662.708,79	662.708,79
Estoque	368.171,55	368.171,55	368.171,55	368.171,55	368.171,55	368.171,55
Realizável a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Ativo Permanente	**(29.429.957,20)**	**(31.018.888,23)**	**(32.607.819,27)**	**(34.196.750,30)**	**(35.785.681,34)**	**(37.374.612,37)**
Imobilizado	-	-	-	-	-	-
Depreciação	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04	1.588.931,04
Conta Consumo de Combustivel - Contrapartida	-	-	-	-	-	-
PASSIVO	**5.996.640,81**	**11.213.144,89**	**16.429.648,97**	**21.646.153,05**	**26.862.657,14**	**32.079.161,22**
Passivo Circulante	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**	**427.118,88**
Fornecedores	490.895,40	490.895,40	490.895,40	490.895,40	490.895,40	490.895,40
Encargos Tributários/Fiscais	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)	(26.876,52)
Encargos Sociais	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)	(36.900,00)
Exigível a Longo Prazo	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Patrimônio Líquido	**5.569.521,93**	**10.786.026,01**	**16.002.530,10**	**21.219.034,18**	**26.435.538,26**	**31.652.042,34**
Capital Social	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
Lucros E Prejuízos Acum.	56.307.404,90	61.523.908,98	66.740.413,07	71.956.917,15	77.173.421,23	82.389.925,31
Bens e Direitos de Terceiros	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97	54.737.882,97

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Fluxo de Caixa (1 de 4)

FLUXO DE CAIXA - UTE	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
RESULT. OPERACIONAL	**-**	**-**	**-**	**(2.270.070,69)**	**(2.270.070,69)**	**6.155.167,06**
(+) Depreciação	-	-	-	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
(-) Impostos	-	-	-	-	-	(601.709,20)
NOPAT	**-**	**-**	**-**	**(681.139,66)**	**(681.139,66)**	**7.142.388,90**
(+/-) Var. Capital de Giro	**-**	**-**	**-**	**(36.900,00)**	**-**	**(566.861,46)**
Variações Ativas Operacionais	-	-	-	-	-	1.030.880,34
Realizável a Curto Prazo	-	-	-	-	-	662.708,79
Estoque	-	-	-	-	-	368.171,55
Variações Passivas Operacionais	-	-	-	(36.900,00)	-	464.018,88
Fornecedores	-	-	-	-	-	490.895,40
Encargos Tributários/Fiscais	-	-	-	-	-	(26.876,52)
Encargos Sociais	-	-	-	(36.900,00)	-	-
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**-**	**-**	**-**	**(718.039,66)**	**(681.139,66)**	**6.575.527,43**
(-) Investimentos (CAPEX)	756.756,71	6.562.815,24	16.514.393,58	26.416.982,80	3.657.736,08	-
(+) CCCombustivel-Contrapartida	-	-	-	-	-	(6.825.000,00)
FLUXO CAIXA LIVRE	**(756.756,71)**	**(6.562.815,24)**	**(16.514.393,58)**	**(27.135.022,46)**	**(4.338.875,74)**	**13.400.527,43**
(-) Fluxo Financeiro	631.010,12	5.373.614,22	13.461.556,81	17.654.533,19	(2.199.991,73)	(4.786.835,49)
Desp./Rec. Financeira	(21.400,17)	(377.681,97)	(1.067.911,00)	(2.247.306,24)	(2.701.289,19)	(2.170.188,70)
Empréstimos e Financiamentos	652.410,30	5.751.296,20	14.529.467,81	19.901.839,43	501.297,46	(2.616.646,79)
(-) CCCombustivel	-	-	-	-	-	(6.825.000,00)
FLUXO LÍQUIDO	**(125.746,59)**	**(1.189.201,02)**	**(3.052.836,77)**	**(9.480.489,27)**	**(6.538.867,46)**	**1.788.691,94**

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Fluxo de Caixa (2 de 4)

FLUXO DE CAIXA - UTE	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
RESULT. OPERACIONAL	**6.179.802,26**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.179.802,26**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
(+) Depreciação	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
(-) Impostos	(631.545,51)	(650.605,49)	(673.508,29)	(696.420,06)	(723.192,58)	(744.939,22)	(744.930,26)
NOPAT	**7.137.187,78**	**7.093.492,61**	**7.070.589,80**	**7.047.678,03**	**7.045.540,71**	**6.999.158,88**	**6.999.167,84**
(+/-) Var. Capital de Giro	**(1.657,49)**	**1.657,49**	**-**	**-**	**(1.657,49)**	**1.657,49**	**-**
Variações Ativas Operacionais	3.014,27	(3.014,27)	-	-	3.014,27	(3.014,27)	-
Realizável a Curto Prazo	1.937,75	(1.937,75)	-	-	1.937,75	(1.937,75)	-
Estoque	1.076,53	(1.076,53)	-	-	1.076,53	(1.076,53)	-
Variações Passivas Operacionais	1.356,78	(1.356,78)	-	-	1.356,78	(1.356,78)	-
Fornecedores	1.435,37	(1.435,37)	-	-	1.435,37	(1.435,37)	-
Encargos Tributários/Fiscais	(78,59)	78,59	-	-	(78,59)	78,59	-
Encargos Sociais	-	-	-	-	-	-	-
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**7.135.530,29**	**7.095.150,10**	**7.070.589,80**	**7.047.678,03**	**7.043.883,22**	**7.000.816,37**	**6.999.167,84**
(-) Investimentos (CAPEX)	-	-	-	-	-	-	-
(+) CCCombustivel-Contrapartida	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)
FLUXO CAIXA LIVRE	**13.960.530,29**	**13.920.150,10**	**13.895.589,80**	**13.872.678,03**	**13.868.883,22**	**13.825.816,37**	**13.824.167,84**
(-) Fluxo Financeiro	(4.615.822,73)	(4.466.204,11)	(4.316.021,75)	(4.165.780,66)	(4.014.858,34)	(1.230.975,47)	(1.231.034,21)
Desp./Rec. Financeira	(1.999.175,94)	(1.849.557,32)	(1.699.374,97)	(1.549.133,87)	(1.398.211,56)	(1.230.975,47)	(1.231.034,21)
Empréstimos e Financiamentos	(2.616.646,79)	(2.616.646,79)	(2.616.646,79)	(2.616.646,79)	(2.616.646,79)	-	-
(-) CCCombustivel	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)	(6.825.000,00)
FLUXO LÍQUIDO	**2.519.707,56**	**2.628.945,99**	**2.754.568,05**	**2.881.897,38**	**3.029.024,88**	**5.769.840,90**	**5.768.133,62**

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Fluxo de Caixa (3 de 4)

FLUXO DE CAIXA - UTE	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
RESULT. OPERACIONAL	**6.155.167,06**	**6.179.802,26**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
(+) Depreciação	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
(-) Impostos	(744.930,26)	(748.791,01)	(744.939,22)	(744.930,26)	(744.930,26)	(938.662,98)	(938.662,98)
NOPAT	**6.999.167,84**	**7.019.942,28**	**6.999.158,88**	**6.999.167,84**	**6.999.167,84**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**
(+/-) Var. Capital de Giro	**-**	**(1.657,49)**	**1.657,49**	**-**	**-**	**-**	**-**
Variações Ativas Operacionais	-	3.014,27	(3.014,27)	-	-	-	-
Realizável a Curto Prazo	-	1.937,75	(1.937,75)	-	-	-	-
Estoque	-	1.076,53	(1.076,53)	-	-	-	-
Variações Passivas Operacionais	-	1.356,78	(1.356,78)	-	-	-	-
Fornecedores	-	1.435,37	(1.435,37)	-	-	-	-
Encargos Tributários/Fiscais	-	(78,59)	78,59	-	-	-	-
Encargos Sociais	-	-	-	-	-	-	-
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**6.999.167,84**	**7.018.284,79**	**7.000.816,37**	**6.999.167,84**	**6.999.167,84**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**
(-) Investimentos (CAPEX)	-	-	-	-	-	-	-
(+) CCCombustivel-Contrapartida	-	-	-	-	-	-	-
FLUXO CAIXA LIVRE	**6.999.167,84**	**7.018.284,79**	**7.000.816,37**	**6.999.167,84**	**6.999.167,84**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**
(-) Fluxo Financeiro	(1.231.034,21)	(1.230.353,00)	(1.230.975,47)	(1.231.034,21)	(1.231.034,21)	(25.636.430,46)	-
Desp./Rec. Financeira	(1.231.034,21)	(1.230.353,00)	(1.230.975,47)	(1.231.034,21)	(1.231.034,21)	-	-
Empréstimos e Financiamentos	-	-	-	-	-	(25.636.430,46)	-
(-) CCCombustivel	-	-	-	-	-	-	-
FLUXO LÍQUIDO	**5.768.133,62**	**5.787.931,79**	**5.769.840,90**	**5.768.133,62**	**5.768.133,62**	**(18.830.995,34)**	**6.805.435,12**

Usina Termelétrica movida à biomassa residual do dendê – Fluxo de Caixa (4 de 4)

FLUXO DE CAIXA - UTE	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
RESULT. OPERACIONAL	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**	**6.155.167,06**
(+) Depreciação	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)	(1.588.931,04)
(-) Impostos	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)	(938.662,98)
NOPAT	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**
(+/-) Var. Capital de Giro	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Variações Ativas Operacionais	-	-	-	-	-	-
Realizável a Curto Prazo	-	-	-	-	-	-
Estoque	-	-	-	-	-	-
Variações Passivas Operacionais	-	-	-	-	-	-
Fornecedores	-	-	-	-	-	-
Encargos Tributários/Fiscais	-	-	-	-	-	-
Encargos Sociais	-	-	-	-	-	-
FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**
(-) Investimentos (CAPEX)	-	-	-	-	-	-
(+) CCCombustivel-Contrapartida	-	-	-	-	-	-
FLUXO CAIXA LIVRE	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**
(-) Fluxo Financeiro	-	-	-	-	-	-
Desp./Rec. Financeira	-	-	-	-	-	-
Empréstimos e Financiamentos	-	-	-	-	-	-
(-) CCCombustivel	-	-	-	-	-	-
FLUXO LÍQUIDO	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**	**6.805.435,12**