

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MECÂNICA**

Jessé Luís Padilha

**DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA MÍNIMA DE
TERMOELÉTRICAS PARA VIABILIZAÇÃO DE PROJETOS DE
MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO NO ESTADO DO
PARÁ**

**Belém
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Jessé Luís Padilha

DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA MÍNIMA DE TERMOELÉTRICAS
PARA VIABILIZAÇÃO DE PROJETOS DE MECANISMOS DE
DESENVOLVIMENTO LIMPO NO ESTADO DO PARÁ

Dissertação apresentada para
obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica, Instituto de
Tecnologia da Universidade Federal
do Pará.

Área de Concentração em Térmicas
e Fluidos.

Orientador: Prof. Dr. Manoel
Fernandes Martins Nogueira.

Co-Orientador: Msc. Sérgio Aruana
Elarrat Canto.

**Dados Internacionais de catalogação-na-publicação (CIP), Biblioteca do
Mestrado em Engenharia Mecânica/ UFPA, Belém, PA.**

P123d Padilha, Jessé Luís

Determinação da potência mínima de termoelétricas para viabilização de projetos de mecanismos de desenvolvimento limpo no estado do Pará/ Jessé Luís Padilha; orientador Manoel Fernandes Martins Nogueira. – Belém, 2009.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2009.

1. ENERGIA-Biomassa. 2. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO. 3. RECURSOS ENERGETICOS. I. Nogueira, Manoel Fernandes Martins, orientador. II. Título.

Jessé Luís Padilha

DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA MÍNIMA DE TERMOELÉTRICAS
PARA VIABILIZAÇÃO DE PROJETOS DE MECANISMOS DE
DESENVOLVIMENTO LIMPO NO ESTADO DO PARÁ

Dissertação apresentada para
obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica, Instituto de
Tecnologia da Universidade Federal
do Pará.

Área de Concentração em Térmicas
e Fluidos.

Orientador: Prof. Dr. Manoel
Fernandes Martins Nogueira.

Co-Orientador: Msc. Sergio Aruana
Elarrat Canto.

Data de Aprovação:

Banca Examinadora:

_____ - Orientador
Manoel Fernandes Martins Nogueira, Dr., UFPA.

_____ - Membro Externo
Osvaldo Livio Soliano Pereira, Dr., UNIFACS

_____ - Membro Interno
Augusto César de Mendonça Brasil, Dr., UFPA

_____ - Membro Convidado
André Augusto Azevedo Montenegro Duarte, Dr., UFPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a meu pai José Renato Padilha (In Memória) que muito me ajudou a crescer como pessoa, minha mãe Joice Maria Padilha que sempre me acolheu e me encheu de carinho e me dá forças para evoluir como ser humano, meu irmão Pablo Rafael Padilha, meu grande amigo, minha namorada Maíra Vasconcelos da Silva, que no que depender de mim será a minha companheira para a vida toda.

Agradeço ao professor Manoel Fernandes Martins Nogueira que acreditou em mim, ao professor Gonçalo Rendeiro que muito me ensinou, aos engenheiros Robson Santos, Antônio Geraldo, em especial ao engenheiro Sérgio Elarrat que é um verdadeiro mestre e ao professor André Montenegro pelos ensinamentos e a todas as pessoas que de uma maneira ou de outra me ajudaram neste e em outros trabalhos.

***“Não tenho talentos especiais
sou apenas apaixonadamente curioso”***

(Albert Einstein)

RESUMO

As discussões sobre mudanças climáticas tiveram início em 1988 com a criação do IPCC, e posteriormente com a RIO-92 no Brasil, onde várias nações se reuniram para tratar sobre meio ambiente. A partir daí estes problemas ganharam significativa importância. Um grande passo destas negociações foi realizado na 3ª Conferência das Partes (COP-3) em Quioto (Japão), onde foram criadas ferramentas de negociações para reduzir as emissões de CO₂ ao redor do globo, dentre elas destaca-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo-MDL. Neste contexto, o Brasil possui uma posição privilegiada para este tipo de projeto, principalmente por ter boa parte de seu território coberto de florestas naturais, o que propicia a criação de projetos de MDL através da queima controlada de resíduos de biomassa florestal por parte das indústrias madeireiras que exploram esta floresta.

Este trabalho realizou uma análise de viabilidade econômica para implantação projetos de MDL em empresas madeireiras, considerado como uma nova fonte de renda para a empresa. Na realização do trabalho foi considerada a variação da potência de geração de energia e os valores praticados na comercialização dos créditos de carbono, além de analisar a viabilidade tanto de projetos que substituam , ou não, a geração a diesel. Nas análises econômicas foram utilizadas ferramentas determinísticas da engenharia econômica, tais como: VPL, TIR, Payback, análise de sensibilidade e criação de cenários.

O presente trabalho apresentou diferentes valores de TIR, VPL e tempo de retorno simples e descontado para os diferentes cenários

Palavras Chaves: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Biomassa, viabilidade econômica, geração a diesel, engenharia econômica, criação de cenários.

ABSTRACT

Discussions of climate change began in 1988 with IPCC creation and then in RIO-92 conference on Poverty and the Environment, and since that time this problem has gained significant importance. A great advance in these discussions was made at the Quioto Conference when Clean Development Mechanisms (CDM) were devised to reduce carbon dioxide emissions, such as Carbon credits for the avoidance of CO₂ emissions. Brazil has an exceptionally fine position with respect to the Quioto treaty since much of its territory is covered with forests that provide the option for gaining Carbon credits by substituting biomass for petroleum as a fuel for industries, such as the lumber industry.

This study examines the economic viability of using bio-fuels in sawmills as a CDM, in which Carbon credits can be acquired while fossil fuel consumption for electrical generation is lowered. For these analyses, economic simulations were made with, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Payback, sensibility analysis, and alternative scenario analysis.

The present work showed different values of IRR, NPV and simple and discounted payback between different scenarios.

Key words: Clean Development Mechanisms, Biomass, Economic viability, Electrical generation, Economic engineering, Scenarios.

LISTA DE SIGLAS

IPCC - Intergovernment Panel on Climate Change

CQNUMC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

COPs - Conferência das Partes

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

GEE - Gases de Efeito Estufa

PAG - Potencial de Aquecimento Global

CO₂e - Dióxido de Carbono Equivalente

UER - Unidades de Emissão Reduzida

RCEs - Reduções Certificadas de Emissões

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio *Exterior*

BM&F - Bolsa de Mercadorias & Futuros

FGV - Fundação Getúlio Vargas

SubCCC - Sub-rogação Conta Consumo Combustível

SIN - Sistema Interligado Nacional

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

CM - Margem Combinada

BM - Margem de Construção

OM - Margem de Operação

VPL - Valor Presente Líquido

TIR - Taxa Interna de Retorno

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Potencial de Aquecimento Global – PAG	20
Tabela 2.2 – Atividades de Projeto Elegíveis como MDL.....	23
Tabela 2.3 – Etapas para certificar um Ciclo de Projeto de MDL.....	25
Tabela 2.4 – Dados das Empresas/Mesoregião	34
Tabela 3.1 – Cenários de Referência.....	48
Tabela 3.2 – Investimentos Fixos em US\$.....	49
Tabela 3.3 – Investimentos Variáveis em US\$	49
Tabela 5.1 – Consumo de biomassa por potência da planta.....	66
Tabela 5.2 – Estimativa de emissões potência da planta	67
Tabela 5.3 – Estimativa de emissões potência da planta	68
Tabela 6.1 – Estimativa de emissões potência da planta	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Numero de projetos Brasileiros por tipo de gás de efeito estufa.....	28
Figura 2.2 – Numero de projetos Brasileiros por tipo de gás de efeito estufa.....	28
Figura 3.1 – Seqüência lógica da metodologia Empregada	36
Figura 3.2 - Perfil típico do consumo específico de biomassa para suprir as necessidades de usinas de geração de energia elétrica a vapor com potência na faixa de 50 a 2.000 kW.	38
Figura 3.3 - Gráfico que Representa um Fluxo de Caixa	51
Figura 3.4 - Gráfico de Incertezas	53
Figura 4.1 – Fluxograma das informações	57
Figura 4.2 – Dados de Entrada	59
Figura 4.3 – Consumo de Biomassa das Plantas de Potência.....	60
Figura 4.4 – Calculo das Emissões	60
Figura 5.1 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta.....	69
Figura 5.2 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta	70
Figura 5.3 - Valor Presente Líquido por potência de planta	70
Figura 5.4 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta.....	71
Figura 5.5 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta	71
Figura 5.6 - Valor Presente Líquido por potência de planta	72
Figura 5.7 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta.....	72
Figura 5.8 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta	73
Figura 5.9 - Valor Presente Líquido por potência de planta	74
Figura 5.10 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta.....	74
Figura 5.11 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta	75
Figura 5.12 - Valor Presente Líquido por potência de planta	75
Figura 5.13 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta.....	76
Figura 5.14 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta	77
Figura 5.15 - Valor Presente Líquido por potência de planta	77

Figura 5.16 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta.....	78
Figura 5.17 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta	78
Figura 5.18 - Valor Presente Líquido por potência de planta	79

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3.1.....	36
Equação 3.2.....	38
Equação 3.3.....	39
Equação 3.4.....	41
Equação 3.5.....	41
Equação 3.6.....	42
Equação 3.7.....	43
Equação 3.8.....	44
Equação 3.9.....	45
Equação 3.10.....	46
Equação 3.11.....	47
Equação 3.12.....	54
Equação 3.13.....	55
Equação 3.14.....	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Apresentação e Justificativa	15
1.2 Objetivos	18
1.3 Delimitações do Trabalho:	18
2. ESTADO DA ARTE	19
2.1 Surgimento de novos Conceitos	19
2.1.1 Aquecimento Global & Efeito Estufa	19
2.2 Protocolo de Quioto	20
2.3 Mecanismos de Flexibilização	21
2.3.1 Implementação Conjunta - IC:	22
2.3.2 Comércio de Emissões:	22
2.3.3 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL:	22
2.4 Projetos Elegíveis como MDL	23
2.5 Requisitos para elaboração de Projetos de MDL	24
2.6 Etapas de um Projeto de MDL	24
2.7 Projetos de MDL de Pequena Escala	26
2.8 “Empacotamento de Projetos de MDL”	26
2.9 Situação mundial do MDL	27
2.9.1 Número de atividades de projeto de MDL	27
2.9.2 Situação dos projetos de MDL Brasileiros	27
2.10 Mecanismos de Negociação de Créditos de Carbono no Brasil	29
2.10.1 Mercado Brasileiro de Créditos de Carbono	29
2.10.2 Valores Comercializados com a Venda das RCE’s	30
2.11 Produtor de Energia Elétrica	31
2.12 Biomassa como Fonte de Energia Renovável	32
2.12.1 Histórico da Biomassa no Brasil:	32
2.13 Principais Pólos Madeireiros do Estado do Pará	33
2.14 Potencial de geração de energia através da biomassa proveniente do setor madeireiro no Estado do Pará	33

2.15 Viabilidade Econômica	34
3. METODOLOGIA.....	36
3.1 Quantificação de Biomassa	36
3.2 Quantificação das Emissões:	40
3.2.1 AMS-III.E/ I.D - Evitando a produção de metano a partir de decomposição de biomassa através de combustão controlada/ Geração de energia elétrica renovável para a rede	41
3.2.2 Geração de energia elétrica renovável para a rede.....	46
3.3 Elaboração de cenários e Considerações Iniciais.....	48
3.3.1 Custos	49
3.3.2 Receitas.....	50
3.4 Ferramentas de viabilidade econômica	50
3.4.1 Fluxo de Caixa.....	50
3.4.2 Identificação das Taxas de Custos e Receitas	51
3.4.3 Fluxo de Caixa Descontado.....	54
3.4.4 Valor Presente Líquido (VPL)	54
3.4.5 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	55
3.4.6 Payback (Tempo de Retorno).....	55
4. ELABORAÇÃO DA ROTINA DE CÁLCULOS	57
4.1 Dados de Entrada	58
4.2 Custos de Implantação de Projetos de MDL	59
4.3 Cálculo do Consumo de Biomassa.....	59
4.4 Cálculos das Emissões Evitadas	60
4.4.1 Cálculos das Emissões Relacionadas à Metodologia AMS-III.E/ I.D - Evitando a produção de metano a partir de decomposição de biomassa através de combustão controlada/ Geração de energia elétrica renovável para a rede	61
4.4.2 Cálculos das Emissões Relacionadas à Metodologia AMS- I.D - Geração de energia elétrica renovável para a rede	61
4.5 Fluxo de Caixa do Projeto (Com e Sem Substituição de Diesel).....	62
4.6 VPL, TIR e Tempo de Retorno do Projeto (Com e Sem Substituição de Diesel).....	63
4.6.1 Cálculo do Valor Presente Líquido:	63
4.6.2 Cálculo da Taxa Interna de Retorno:	64
4.6.3 Cálculo do Tempo de Retorno Simples	64
4.6.4 Cálculo do Tempo de Retorno Descontado.....	65
5. RESULTADOS	66

5.1	Quantificação de Biomassa	66
5.1.1	Poder Calorífico Inferior úmido – PCI(u).....	66
5.1.2	Quantificação do Consumo de Biomassa de uma Planta a Vapor	66
5.2	Quantificação das Emissões Relativas às Atividades de Projeto do MDL	67
5.2.1	Emissões Relacionadas à Metodologia AMS-III.E/ I.D - Evitando a produção de metano a partir de decomposição de biomassa através de combustão controlada/ Geração de energia elétrica renovável para a rede .	67
5.2.2	Cálculos das Emissões Relacionadas à Metodologia AMS-I. D- Geração de energia elétrica renovável para a rede	68
5.3	Identificação das Taxas de Desconto	68
5.4	Simulações	69
5.4.1	Cenário 1: 10 US\$/tonCO ₂ e sem substituição de diesel.....	69
5.4.2	Cenário 2: 10 US\$/tonCO ₂ e com substituição de diesel.....	71
5.4.3	Cenário 3: 20 US\$/tonCO ₂ e sem substituição de diesel.....	72
5.4.4	Cenário 4: 20 US\$/tonCO ₂ e com substituição de diesel.....	74
5.4.5	Cenário 5: 30 US\$/tonCO ₂ e sem substituição de diesel.....	76
5.4.6	Cenário 6: 30 US\$/tonCO ₂ e com substituição de diesel.....	78
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	80
7.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERÊNCIAS	83

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação e Justificativa

Desde a descoberta do fogo há milhões de anos atrás a humanidade iniciou um processo de transformação do planeta, que teve seu aumento mais significativo a partir da revolução industrial com a intensificação das atividades humanas.

O aumento desta atividade proporcionou o aumento das emissões de determinados gases para a atmosfera. Que segundo (Intergovernment Panel on Climate Change) ou Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática - IPCC, provocam o aumento da temperatura do planeta. Este fenômeno foi denominado de Mudança Global do Clima.

Não é de hoje que se discute sobre mudanças climáticas e os gases que afetam a atmosfera terrestre. Em 1992, aconteceu na cidade do Rio de Janeiro, a *Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento* (Rio 92), onde foi adotada a *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima* - CQNUMC, e em 1994 iniciaram-se com a ratificação de 185 países, mais a União Européia. onde estabeleceu-se um regime jurídico internacional para atingir o objetivo principal de estabilizar as concentrações de *Gases de Efeito Estufa* na atmosfera, para tentar frear as interferências antropogênicas, estas que são ocasionadas por atividades humanas.

A partir de 1994 com a entrada em vigor da *Convenção Conferências das Partes* (COPs) em países distintos. E em 1997, em Quioto – Japão- foi realizada a 3ª edição que contou com a presença de representantes de mais de 160 países. Nessa conferência foi celebrado o *Protocolo de Quioto* que incluía metas e prazos para a redução, ou limitação, das emissões futuras de dióxido de carbono e outros gases responsáveis pela *Mudança Global do Clima*.

O *Protocolo de Quioto* estabeleceu também *Mecanismos de Flexibilização* que deveriam ser utilizados para o cumprimento dos

compromissos assumidos pelos países do Anexo I no âmbito do próprio protocolo, entre eles o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, que consiste em uma oportunidade para um país desenvolvido financiar projetos em países em desenvolvimento como forma de cumprir parte de seus compromissos de redução de emissões de *Gases de Efeito Estufa* - GEE.

Dentre as inúmeras possibilidades de implantação de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, existem algumas que são voltadas para o setor energético visando evitar a decomposição natural de matéria orgânica tais como os resíduos das indústrias de base florestal e para substituição do uso de óleo diesel responsável por grande parte das emissões de *Gases de Efeito Estufa* por todo o planeta.

Considerando que a Região Norte possui uma considerável parcela de suas emissões de *Gases de Efeito Estufa* originados pela queima de óleo diesel para geração de energia elétrica e o fato do Estado do Pará ser um grande beneficiador de produtos florestais, viu-se no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo-MDL, uma possibilidade de benefício ambiental e social associado à possibilidade de criação de uma nova fonte de renda para indústrias de base florestal. Desta forma, este trabalho é o resultado da verificação da viabilidade econômica da utilização de projetos MDL como uma fonte de renda complementar para a indústria de base florestal.

Este trabalho foi dividido em seis capítulos. O primeiro é a introdução. O segundo apresenta o surgimento dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, as etapas para se obter as Reduções Certificadas de Emissões e o contexto dos projetos de MDL, bem como seu mercado, situação do setor madeireiro no Estado do Pará e alguns conceitos sobre biomassa e viabilidade econômica. O terceiro capítulo apresenta metodologias, as quais visam quantificar o consumo de biomassa das plantas de potência estudadas e as emissões de *Gases de Efeito Estufa*-GEE consideradas dentro dos limites de projeto, bem como a elaboração de cenários, por fim apresenta as ferramentas de viabilidade econômica selecionadas. O quarto capítulo apresenta a

concepção da rotina de cálculos para análise da viabilidade econômica de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para indústrias de bases florestais, bem como sua quantificação de biomassa. O quinto capítulo apresenta os resultados das metodologias dos capítulos 3 e 4 e o sexto capítulo apresenta as: conclusões e considerações deste trabalho.

1.2 Objetivos

Analisar a viabilidade econômica de projetos de MDL em empresas madeireiras que geram energia elétrica utilizando o ciclo Rankine nas potências de: 500kW até 5000.kW, em intervalos de 500 kW

Gerar uma rotina de cálculos para analisar a viabilidade econômica de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para indústrias florestais.

1.3 Delimitações do Trabalho:

Neste trabalho, o MDL será considerado como a única fonte de renda da empresa, ou seja, não serão considerados os lucros obtidos com a comercialização da energia produzida, ou qualquer outro tipo de produto.

O tempo de retorno máximo aceito será de sete anos, iniciados com os recebimentos dos Certificados de Emissões Reduzidas (CER).

Serão analisadas as viabilidades para a implantação de projetos de termoelétricas que substituam, ou não, a geração a diesel.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 Surgimento de novos Conceitos

2.1.1 *Aquecimento Global & Efeito Estufa*

O Aquecimento Global foi à expressão cunhada para definir um fenômeno climático provocado pelo aumento da temperatura média superficial global que vem se intensificando desde a revolução industrial. Entretanto, a causa deste aumento de temperatura ainda é objeto de debates entre os cientistas, que para explicar o fenômeno dividem-se entre atribuir a causas naturais ou antropogênicas ou ambas.

A superfície da Terra irradia para a atmosfera uma média de 390 W/m^2 na forma de radiação infravermelha. Desses, 240 W/m^2 passam pela atmosfera e conseguem chegar ao espaço, enquanto 150 W/m^2 são absorvidos por gases naturais causando o “*Efeito Estufa Natural*”, é este fenômeno que mantém a superfície da Terra naturalmente mais aquecida em torno de 33°C . Caso não existisse o Efeito Estufa Natural, a temperatura média da superfície da Terra seria aproximadamente -18°C , sendo que a temperatura global média da superfície da Terra com a presença do efeito estufa é de 15°C . (MAGRINI, et al 2001)

Antropogenicamente este processo vem sendo alterado com o aumento das concentrações dos gases de efeito estufa, refletindo em uma maior re-emissão dessas ondas para a superfície terrestre e com isso ocorre aumento da temperatura.

Segundo KENBEL (2003) os principais *Gases de Efeito Estufa* - GEE listados no Anexo A do Protocolo de Quioto são: Dióxido de Carbono (CO_2); Metano (CH_4); Óxidos de Nitroso (N_2O); Clorofluorcarbonos (CFC_s); Hidrofluorcarbonos (HFC_s); Perfluorcarbonos (PFC_s); Hexafluoreto de enxofre (SF_6); Ozônio Troposférico (O_3); Vapor D’água (H_2O)g.

Cada um dos *Gases de Efeito Estufa* possui um potencial de emissão, ou Potencial de Aquecimento Global – PAG, que significa o quanto um determinado GEE contribui para o aquecimento global, tomando como referencia o CO₂. Com isto, adotou-se uma unidade padrão: o Dióxido de Carbono Equivalente - CO₂e, a Tabela 2.1 apresenta a equivalência de valores de PAG de diferentes de gases de efeito estufa, considerando seu tempo de permanência na atmosfera em anos, para um intervalo de integração de 100 anos (KENBEL 2003)

Tabela 2.1 – Potencial de Aquecimento Global – PAG

Gases de efeito estufa	Elemento químico	PAG	Tempo de permanência na atmosfera em anos
Dióxido de Carbono	CO ₂	1	120
Metano	CH ₄	21	12
Oxido Nitroso	N ₂ O	310	120
HFC - 22 cloro fluormetano	CHCF ₂	1.500	12
HFC – 23	CHF ₃	9.800	264
Tetracloro de carbono	CCl ₄	1.400	42
CFC – 11	CCl ₃ F	3.800	50
CFC – 12	CF ₂ Cl ₂	8.100	102
CFC – 13	C ₂ F ₃ Cl ₃	4.800	85
Perfluoretano	C ₂ F ₆	9.200	10.000
Hexafluorato de enxofre	SF ₆	23.900	3.200

Fonte: KENBEL 2003

No Brasil suas principais fontes de contribuição de CO₂ são decorrentes principalmente do tráfego de veículos e combustão industrial provocados por combustíveis fósseis, além do desmatamento.

2.2 Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto estabeleceu que para o horizonte compreendido entre os anos de 2008 e 2012, as emissões dos gases de efeito estufa deveriam ser reduzidas em 5,2%, com relação aos níveis

médios de 1990, para o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, e aos níveis de 1995 para hexafluoreto de enxofre e famílias de hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos.

O Protocolo entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 e contou com pelo menos 55 Partes na Convenção, entre as quais as Partes incluídas no ANEXO I que é composto pelos países desenvolvidos que ratificaram o Protocolo, possuem metas de redução de emissão de *Gases de Efeito Estufa* e são responsáveis por pelo menos cinquenta e cinco por cento das emissões totais de dióxido de carbono em 1990. (KENBEL 2003)

Até janeiro de 2009, dos 184 países membros da CQNUMC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 183 assinaram o protocolo, sendo que esses países se dividem em ANEXO I e NÃO ANEXO I, onde os países NÃO ANEXO I são aqueles que assinaram a convenção, mas não possuem a princípio, nenhuma meta de redução de emissão de GEE, inclusive o Brasil que assinou o Protocolo em 23 de julho de 2002.

2.3 Mecanismos de Flexibilização

Os Mecanismos de Flexibilização foram criados durante o Protocolo de Quioto como complementação às medidas e políticas domésticas realizadas pelas Partes do ANEXO I, estes mecanismos permitem que a redução das emissões e/ou aumento da remoção de CO₂ obtidos além de suas fronteiras nacionais.

Em resumo, foram previstos três diferentes mecanismos para realizar a transferência de créditos de emissão de *Gases de Efeito Estufa*, são eles:

2.3.1 *Implementação Conjunta - IC:*

Cria a possibilidade de países do Anexo I recebem *Unidades de Emissão Reduzida - UER* quando participarem no desenvolvimento de projetos em outros países do Anexo I que levem a redução de GEE;

2.3.2 *Comércio de Emissões:*

Tratam-se de mecanismos baseados em mercados de licenças negociáveis para poluir (Tradable Permits). Ele permite que os países do Anexo I negociem entre si quotas de emissões acordadas em Quioto, onde, países com emissões maiores que suas quotas podem adquirir créditos para cobrir tais excessos, através da compra de créditos de países que cumpriram além do recomendado por suas quotas de emissões;

2.3.3 *Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL:*

O MDL partiu de uma proposta brasileira, consiste em negociar toneladas de CO₂e através de projetos de desenvolvimento sustentável e da implementação de projetos que contribuam para a diminuição de Gases de Efeito Estufa, que deixarão de ser emitidos para atmosfera por um país em desenvolvimento.

Este tipo de projeto é baseado em uma “linha de base”, que é a representação, das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa por fontes de emissão que ocorreriam se não houvesse o projeto de redução de emissões, e as tonelada evitadas de CO₂e com o projeto poderão ser negociada através da venda das Reduções Certificadas de Emissões – RCEs no mercado mundial, criando desta forma um atrativo para redução das emissões globais. Já que com isto, as empresas que submeterem projetos de MDL, terão um ganho tanto com a venda dos créditos, tanto com o Marketing da Empresa, pelo fato de se basear no

tripé da sustentabilidade – socialmente justo, ambientalmente correto e economicamente viável. Dentre estes mecanismos, o MDL é o único que permite a participação de países em desenvolvimento, como o Brasil.

2.4 Projetos Elegíveis como MDL

Para se eleger um projeto como MDL é necessário que o mesmo esteja dentro das atividades propostas na Tabela 2.2. (CIMGC 2006)

Tabela 2.2 – Atividades de Projeto Elegíveis como MDL

ÁREA DE ATUAÇÃO	RAMO DE ATIVIDADE
Tipo (i): Projetos de energia renovável	•A. Geração de energia pelo usuário/ domicílio
	•B. Energia mecânica para o usuário/empresa
	•C. Energia térmica para o usuário
	•D. Geração de eletricidade para um sistema
Tipo (ii): Projetos de melhoria da eficiência energética	•E. Melhoria da eficiência energética do lado da oferta
	•F. Melhoria da eficiência energética do lado da oferta
	•G. Programas de eficiência energética do lado da demanda
	•H. Medidas de eficiência energética e de substituição de combustível para instalações industriais
	•I. Medidas de eficiência energética e de substituição de combustível para edifícios
Tipo (iii): Outras atividades de projeto	•J. Agricultura
	•K. Substituição de combustíveis fósseis
	•L. Reduções de emissões no setor de transporte
	•M. Recuperação de metano
Tipos (i)–(iii) I	•N. Outros projetos de pequena escala

2.5 Requisitos para elaboração de Projetos de MDL

Um projeto de MDL precisa atender aos seguintes requisitos:
(KNEBEL 2003)

- O projeto deve ser um empreendimento de um país do Anexo I em conjunto com um país em desenvolvimento;
- A participação de ambos países deve ser voluntária e aprovada por cada parte;
- O projeto deve ser do tipo que resulte em redução das emissões e contribua para a meta de desenvolvimento sustentável do País do Não-Anexo I ;
- Produzir benefícios reais, visíveis e em longo prazo relacionados à mitigação da mudança climática;
- A redução da emissão deve ser adicional a qualquer redução de emissão que ocorreria no caso da falta do projeto certificado.

2.6 Etapas de um Projeto de MDL

Para que um projeto obtenha Reduções Certificadas de Emissões, as atividades de projeto do MDL devem obrigatoriamente passar pelas seis etapas do ciclo do projeto que são apresentadas na Tabela 2.3.
(LOPES 2002)

Tabela 2.3 – Etapas para certificar um Ciclo de Projeto de MDL

ETAPAS	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	ENTIDADE RESPONSÁVEL
I.Documento de Concepção do Projeto – DCP	Consiste em elaborar de um documento que deva conter: todas as informações necessárias para validação/ registro, monitoramento, verificação e certificação que são: descrição das atividades de projeto; participantes da atividade de projeto; metodologia a linha de base; metodologias para cálculo da redução de emissões de gases de efeito estufa e para o estabelecimento dos limites da atividade de projeto e fugas; plano de monitoramento.além de conter, a definição do período de obtenção de créditos, justificativa para adicionalidade da atividade de projeto, o relatório de impactos ambientais, os comentários dos atores e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento.	Participantes do Projeto
II.Validação/ Aprovação	<p>A Validação é uma avaliação independente de uma atividade de projeto por uma entidade operacional designada EOD, com base no DCP. Esta EOD tem como finalidade validar as atividades de projeto propostas ao MDL e verificar e certificar as reduções das emissões de gases de efeito estufa e/ou remoção de CO₂.</p> <p>A Aprovação ocorre quando uma Autoridade Nacional Designada AND das partes envolvidas confirmam a participação voluntária e a AND do país que onde são implementadas as atividades de projeto do MDL atesta que dita atividade contribui para o desenvolvimento sustentável do país.</p>	Entidade Operacional Designada (EOD) e Autoridade Nacional Designada (AND)
III.Registro	É a aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. O registro é o pré requisito para a verificação, certificação e emissão das RCEs relativas à atividade de projeto do MDL.	Conselho Executivo do MDL
IV.Monitoramento	É o recolhimento e armazenamento de todos os dados necessários para calcular a redução das emissões de gases de efeito estufa, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP, que tenham ocorrido dentro dos limites da atividade de projeto, ou fora desses limites desde que sejam atribuíveis as atividades de projeto, e dentro do período de obtenção de créditos.	Participantes do Projeto
V.Verificação/ Certificação	<p>A verificação é o processo de auditoria periódico e independente para revisar os cálculos acerca da redução de emissões de gases de efeito estufa ou da remoção de CO₂ resultantes de uma atividade de projeto do MDL que foram enviados ao Conselho Executivo por meio do DCP.</p> <p>A certificação é uma garantia fornecida por escrito para uma atividade de projeto atingiu um determinado nível de redução de emissões de gases de efeito estufa durante um determinado período de tempo específico.</p>	Entidade Operacional Designada (EOD)
VI. Emissão	É a emissão das RCEs pelo Conselho Executivo do MDL, quando este tem a certeza de que estão cumpridas todas as etapas anteriormente descritas, e as reduções de emissões de gases de efeito estufa decorrentes das atividades de projetos são reais, mensuráveis e de longo prazo, as RCEs são creditadas aos participantes do projeto na proporção por eles definida e, dependendo do caso, podendo ser utilizadas como forma de cumprimento parcial das metas de redução de emissão e gases de efeito estufa.	Conselho Executivo

2.7 Projetos de MDL de Pequena Escala

É uma modalidade criada dentro dos projetos de MDL com o objetivo de simplificar, tornar o ciclo de projeto de MDL mais ágil, diminuir os custos das etapas de implantação de projetos de MDL e contemplar pequenos projetos. (LOPES 2002)

Os projetos classificados como atividades de pequena escala do MDL devem ser:

- Projeto de energia renovável com capacidade máxima de produção equivalente até 15 MW;
- Projeto de melhoria da eficiência energética, que reduzam o consumo de energia tanto da oferta, como da demanda, em até 15 GWh/ano;
- Projeto que reduzam as fontes de emissões antropogênicas que emitam diretamente menos do que 15.000 CO₂e/ ano.

2.8 “Empacotamento de Projetos de MDL”

Modalidade criada dentro dos projetos de MDL de pequena escala, tem como objetivo agrupar em uma única documentação os projetos que possuam seu Documento de Concepção de Projeto-DCP, seu estudo de linha de base e tipos de cálculos de emissão semelhantes.

No empacotamento de projetos de MDL se ganha escala pela soma das emissões evitadas de vários projetos semelhantes e pela redução de custos de elaboração da documentação de cada projeto, melhorando o custo-benefício de cada um dos projetos, tornando-se mais atrativo aos projetos amazônicos.

2.9 Situação mundial do MDL

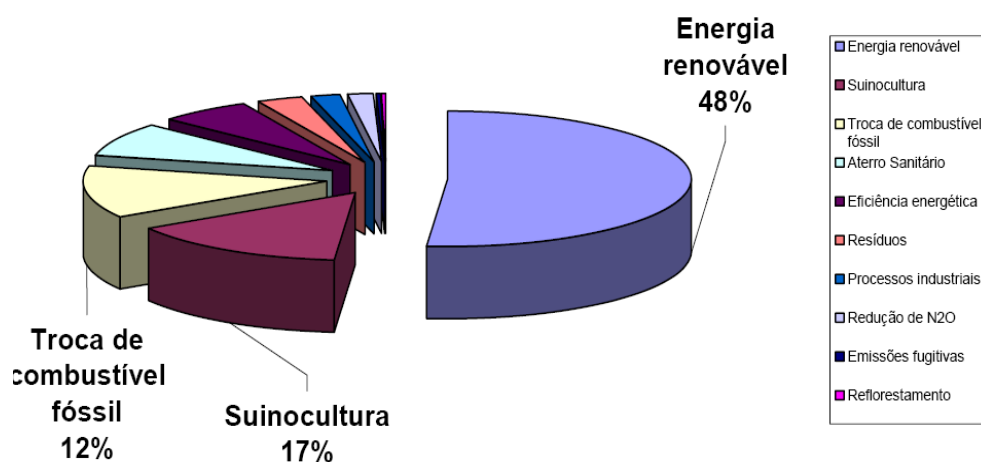
2.9.1 *Número de atividades de projeto de MDL*

O relatório de 30 de setembro de 2008 do Ministério de Ciência e Tecnologia apresenta a situação internacional dos projetos de MDL e reporta que até a referida data, tramitavam no Conselho Executivo do MDL 4.352 projetos, sendo que 3.232 encontravam-se nas fases de elaboração do ciclo de projetos e 1.120 estavam registrados.

O relatório mostrava que o Brasil ocupa o 3º lugar no ranking de emissões evitadas responsável pela redução de 330 Mton de CO₂e. Em primeiro lugar está a China com 703 projetos, responsável pela redução de 2.527 Mton de CO₂e e em segundo lugar a Índia, com 679 projetos responsável pela redução de 1.345 Mt CO₂e. (MDL 2009)

2.9.2 *Situação dos projetos de MDL Brasileiros*

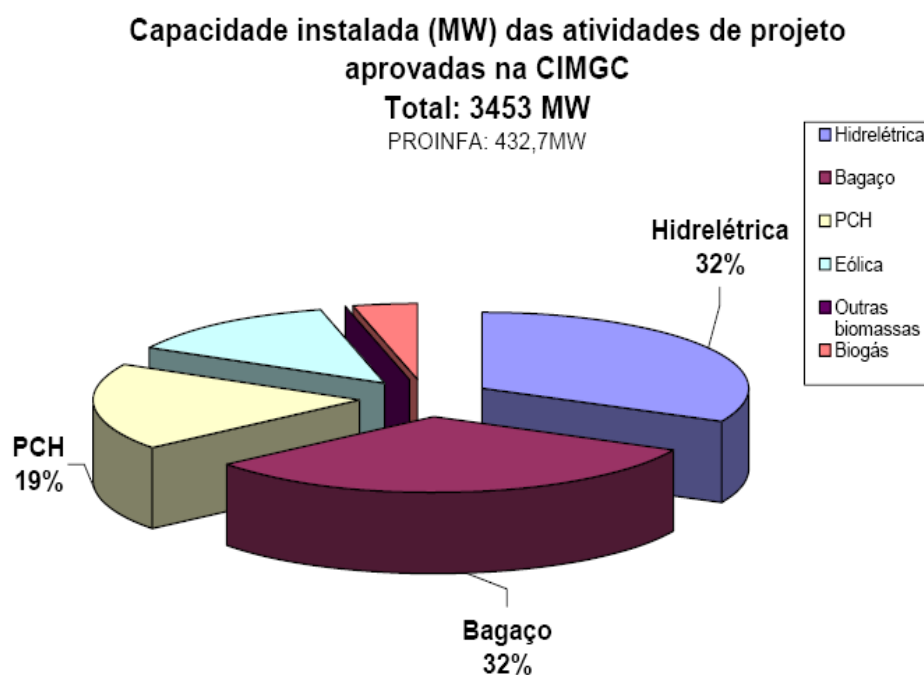
Os projetos brasileiros são divididos em pequena e larga escala, sendo a maioria de larga escala (55%). A região Sudeste é a que detêm o maior número de projetos de MDL, sendo os elaboradores de projetos os Estados de São Paulo e de Minas Gerais, com 21% e 14% respectivamente, seguidos pelo Mato Grosso e Rio Grande do Sul, com 9%, a maior parte das atividades desenvolvidas de projetos Brasileiros está no setor energético como mostra Figura 2.1. (MDL 2009)



Fonte: (MDL 2009)

Figura 2.1 – Número de projetos Brasileiros por tipo de gás de efeito estufa

Dos projetos de MDL destinados para produção de energia os que mais se destacam são os de co-geração de biomassa, 1111,48 MW; seguidas das hidrelétricas, com 1102,2 MW; e a terceira PCH, com 647,86 MW, a Figura 2.2 apresenta as porcentagens das principais atividades de projetos de MDL aprovadas pela CIMGC. (MDL 2009)



Fonte: (MDL 2009)

Figura 2.2 – Capacidade instalada (MW) das atividades de projeto do MDL aprovadas na CIMGC

2.10 Mecanismos de Negociação de Créditos de Carbono no Brasil

2.10.1 Mercado Brasileiro de Créditos de Carbono

O Mercado Brasileiro de Redução de Emissões foi criado no Brasil pelo *Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC*, em parceria com a *Bolsa de Mercadorias & Futuros - BM&F* e auxiliados pela *Fundação Getúlio Vargas – FGV*, com o objetivo de organizar um banco de projetos, com sistema de registro, armazenamento e classificação dos mesmos, onde esta ferramenta tem como objetivo a redução dos custos de transação, conferindo maior visibilidade para os investidores, auxiliando inclusive na identificação destes no mercado por parte dos proponentes. (ICHIHARA 2008)

A BM&F criou também a primeira bolsa de países emergentes a negociar créditos de carbono gerado pelo MDL concorrendo com os mercados que começam a aparecer na Europa, na Ásia e nos EUA. (ICHIHARA 2008)

Outro passo importante para facilitar a negociação direta das RCEs foi a Circular nº 3.291 do Banco Central, que promoveu alterações no Regulamento do Mercado de Câmbio e Capitais Internacionais, que dentre as novidades está à criação de um código para a realização de operações de Créditos de Carbono. (BC 2006)

O cenário econômico mundial mostra que o mercado de crédito de carbono está em plena expansão, devendo movimentar entre 30 e 40 bilhões de euros em 2009. O Brasil que ocupa uma posição privilegiada neste segmento não deverá perder a oportunidade de desenvolver projetos de carbono, linhas de financiamentos disponíveis aos projetos de MDL (ICHIHARA 2008)

2.10.2 Valores Comercializados com a Venda das RCE's

Vários são os “Mercados” em que se podem comercializar os créditos advindos das emissões evitadas de carbono. Atualmente o processo de comercialização dos RCEs se dá principalmente através da bolsa da União Européia (Emission Trading System), tendo como bolsas secundárias as do Canadá, Reino Unido (Emission Trade Scheme), Holanda (European Climate Exchange), Noruega (Nord Pool), Alemanha (European Energy Exchange), Austrália (New South Wales Trade System) e EUA (Chicago Climate Exchange – CCX). (CEBDS, 2001)

No que se refere aos preços pagos pelas RCEs, observa-se uma variação bastante grande em função da posição em que o projeto se encontra no ciclo de aprovação e registro. Projetos que ainda não obtiveram a emissão das RCEs (pré-RCEs) são comercializados com preços bastante inferiores aos projetos que já obtiveram as RCEs. Esse deságio explica-se, uma vez que no estágio anterior à emissão das RCEs ainda existem riscos associados à validação, aprovação, registro e também verificação e certificação. (CGEE 2008)

O mercado secundário de RCEs (Secondary CER) consiste primordialmente de portfólios de RCEs com entrega garantida, oferecidos por vendedores blue-chip, que são empresas com alta credibilidade no mercado. (CGEE 2008)

Segundo International Energy Outlook 2006, do U.S. Department of Energy, os preços em Dólares, negociados na União Européia (UE) até maio de 2006 flutuou entre US\$ 25,00/tonCO₂e e US\$ 35,00/tonCO₂e no segundo semestre de 2005 e início de 2006. (EIA 2006)

Ainda em 2006 o mercado de carbono experimentou uma volatilidade em abril do mesmo ano com o anúncio das estimativas oficiais de emissões da indústria por país, que indicou inicialmente que, na Europa, as principais indústrias, em 2005, emitiram 44 milhões de toneladas de dióxido de carbono a menos do que o permitido, como consequência, o preço caiu de aproximadamente U\$ 36,00/tonCO₂e para cerca de U\$ 11,00/tonCO₂e, em 12 de maio de 2006, recuperando-se e

atingindo U\$ 20,00/tonCO₂e já em 16 de maio, um dia após o Reino Unido e Espanha terem anunciado exceder seus limites de emissões. (EIA 2006)

No início de 2009 o valor das RCEs apresentaram um valor médio de US\$ 9,00 devido principalmente a crise econômica internacional que afetou diretamente investidores do mundo todo.

Há ainda o caso específico da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL), que voluntariamente adota uma postura conservadora para sua base de cálculos, indicando que é possível trabalhar com a faixa de U\$ 10,00/tonCO₂e a U\$ 60,00/tonCO₂e para a remuneração dos RCEs em projetos de MDL na região. Entre U\$ 10,00/tonCO₂e e U\$ 20,00/tonCO₂e para projetos associados a sumidouros e resgate de carbono em atividades do setor florestal, e entre U\$ 40,00/tCO₂e e U\$ 60,00/tonCO₂e para projetos na área de energia. (CEBDS, 2001)

2.11 Produtor de Energia Elétrica

O consumo de energia elétrica de um país está intimamente ligado ao seu consumo de energia elétrica, hábitos de consumo da população e sua matriz energética. Dentro desta matriz energética existem os produtores de energia elétrica, que produzem sua própria energia, seja ela por meio de termoelétricas como a co-geração ou por outras fontes alternativas e podem ser divididos em: autoprodutor de energia para consumo próprio, ou como produtor independente de energia. (MME 2006)

Dentro do sistema integrado nacional de energia elétrica existe o sistema isolado de distribuição de energia, que são aqueles que não estão conectados a rede de serviço público de transmissão/distribuição (sistema interligado) e são atendidos por produtores independentes de energia elétrica que utilizam como combustível para geração de energia elétrica combustíveis fósseis ou fontes renováveis de energia. (MME

2006)

Estes produtores independentes de energia elétrica do sistema isolado que usam combustíveis renováveis podem contar ainda com subsídios governamentais, como é o caso da Subrogação da *Conta Consumo Combustível* – SubCCC para geração de Energia Renovável, que paga o valor do investimento em até 100%. Valor este proporcional a quantidade de energia injetada na rede por parte do produtor independentes de energia elétrica. Este tipo de subsídio pode incentivar a implantação de projetos de Termoelétricas a biomassa bem como de MDL.

2.12 Biomassa como Fonte de Energia Renovável

Atualmente, o cenário dos recursos naturais estão focados no setor do petróleo, do gás natural, carbonífero, na energia nuclear, nas células a combustível, e nos recursos energéticos renováveis tradicionais ou nos que possuam uma maior possibilidade de aplicação no médio prazo, são eles: energia eólica, geotérmica, hídrica, marémotriz, solar, termoelétrica e a biomassa. (REiS *et al* 2005)

Segundo LELLIS (2007) biomassa é a energia proveniente de toda matéria orgânica que pode ser transformada em combustíveis líquidos, sólidos e gasosos.

2.12.1 Histórico da Biomassa no Brasil:

No Brasil, a biomassa pode ser considerada o primeiro combustível renovável usado em larga escala, principalmente por ser encontrado na natureza em abundância. Essa tecnologia alguma vezes considerada rudimentar, era muito utilizada no passado como lenha coletada em áreas que tinham sido desmatadas desde o início da colonização.

Na década de 40 com a segunda Guerra Mundial a lenha foi utilizada intensamente nas residências brasileiras, em pequenos estabelecimentos industriais, no transporte ferroviário e marítimo, dividindo com o trabalho humano e animal a predominância das fontes primárias de energia. Outro grande incentivo à produção e uso da biomassa veio nos anos 70, com o primeiro choque do petróleo, quando o Brasil adotou uma política de substituição dos seus derivados de petróleo e estimulou à fabricação de álcool etílico carburante (Proálcool) (PADILHA 2006)

2.13 Principais Pólos Madeireiros do Estado do Pará

A atividade madeireira no Pará se intensificou na década de 60 com a abertura de estradas (Belém-Brasília), que permitiu o acesso a reservas florestais no leste e sul do estado, essa atividade teve um aumento considerável com o asfaltamento da PA 150, pois aumentou o acesso às florestas próximas do rio Tocantins, resultando no crescimento expressivo da produção madeireira. ((VERÍSSIMO, A et al 2002)

Os principais pólos madeireiros do Estado do Pará quanto ao número de empresas são: Paragominas, Tomé-Açu, Jacundá, Tailândia e Breu Branco, situado ao sul do Estado, os menores pólos são Afuá, Portel, Uruará e Novo Repartimento. (VERÍSSIMO, A et al 2002)

2.14 Potencial de geração de energia através da biomassa proveniente do setor madeireiro no Estado do Pará

PADILHA (2006) apresentou o potencial do setor madeireiro do Estado do Pará quanto ao número de empresas, volume processado pelas empresas, resíduo gerado por estas empresas e o potencial de geração de energia elétrica produzidos pelas mesmas conforme apresentado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Dados das Empresas/Mesoregião

MESO REGIÃO	NÚMERO DE EMPRESAS	VOLUME PROCESSADO (m ³ /ano)	RESÍDUO GERADO (m ³ /ano)	POTÊNCIA ANUAL DISPONÍVEL (kW)
BAIXO AMAZONAS	42	504.402	199.756,5	8.278
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM	52	1.146.060	434.481	17.071
NORDESTE	107	1.031.717	449.022,3	20.450
SUDESTE	331	3.751.582	1.595.268	72.178
SUDOESTE	151	1.246.020	534.549	24.369
MARAJÓ	24	1.016.117	396.735	16.177
TOTAL	707	8.695.898	3.609.812	158.523

Fonte: (Padilha 2006)

2.15 Viabilidade Econômica

Para ICHIHARA (2008) a viabilidade econômica é norteada pelo estudo de uma série de fatores que podem apresentar possibilidades ou não de um empreendimento de cunho financeiro vir a se concretizar, este tipo de estudo depende de aspectos específicos e técnicos de um projeto de engenharia com implicações e repercussões econômicas, sociais e ambientais entre outras, não podendo ser limitada apenas no seu contexto de exequibilidade técnica de implantação (dimensionamento das emissões, execução e implantação, etc.).

Os estudos de viabilidade devem se aprofundar nas análises de sustentabilidade do empreendimento, ou seja, se o projeto em questão possui condição de gerar uma receita, ou que o mesmo “se pague” dentro de um período de tempo a contento do executor.

Este retorno geralmente é expresso em unidade “padrão monetário” (\$) ou em outra desta derivada (como \$/tonCO₂e que é o

preço pago por tonelada de emissões evitadas dentro do limite do projeto), pois estas unidades se bem trabalhadas, podem condensar diversas outras variáveis inerentes ao projeto, tais como: custos de implantação, vida útil, depreciações, tarifas, custos ambientais, receitas, riscos, externalidades, entre outros.

Do ponto de vista de uma empresa, a decisão de investir ocorre quando se acredita que os negócios evoluirão, mesmo que de maneira lenta. Do contrário, impera a propensão para a liquidez, quando se acredita que os negócios não vão prosperar. (ICHIHARA 2008)

3. METODOLOGIA

Para realizar a análise de viabilidade dos projetos de MDL se fez necessário passar por 4 etapas que são: quantificar o consumo de biomassa das plantas de potência, quantificar as emissões de CO₂e para cada tipo de fonte considerada dentro dos limites de projeto, elaborar cenários, para enfim utilizar as ferramentas de viabilidade econômica. Durante este processo também foram geradas rotinas de cálculos. A Figura 3.1 apresenta a seqüência lógica do trabalho.

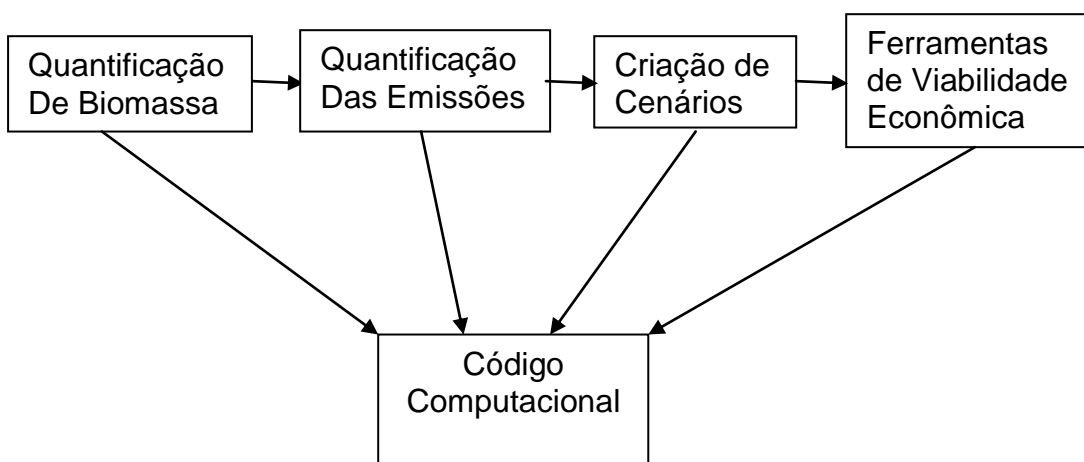


Figura 3.1 – Seqüência lógica da metodologia Empregada

3.1 Quantificação de Biomassa

Uma das formas mais usuais de calcular a quantidade de biomassa consumida por uma usina termoelétrica é através da Equação 3.1 que leva em consideração a produção de energia elétrica, o poder calorífico inferior úmido do combustível e os rendimentos tanto do ciclo de geração de energia como da caldeira.

$$\dot{m}_b = \frac{E_e}{PCI_{(u)} \cdot \eta_{\text{ciclo}} \cdot \eta_{\text{cald}}} \quad (3.1)$$

Onde:

\dot{m}_b : vazão mássica de biomassa (kg/s)

E_e : potência da planta (kJ/s)

$PCI_{(u)}$: Poder Calorífico Inferior úmido (kJ/kg)

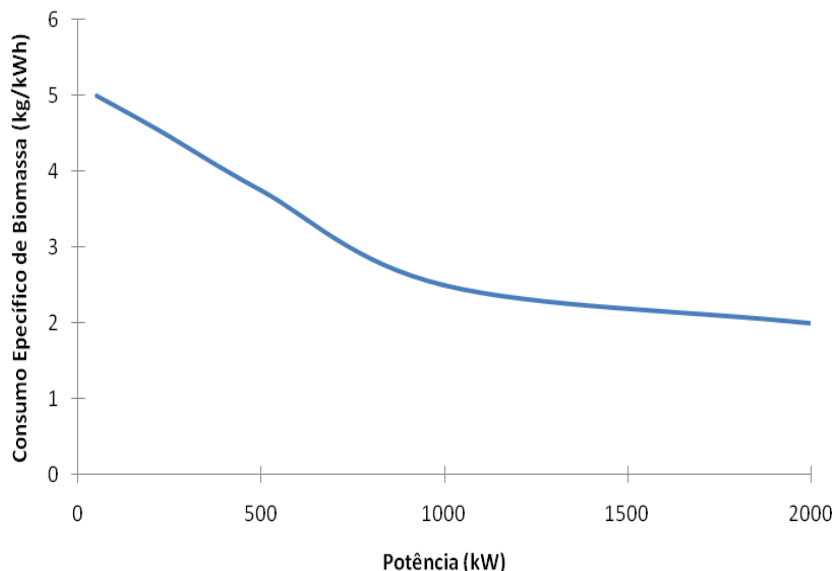
η_{cald} : eficiência da caldeira (%)

η_{ciclo} : eficiência do ciclo (%)

BRIDGWATER (1995) apresentou dados de eficiência de ciclos para potências acima de 5 MW. Porém pelo fato de não se encontrar na literatura informações sobre a eficiência de termoelétricas abaixo deste valor e o conjunto de informações que compõem o rendimento de um ciclo de vapor apresenta baixa confiabilidade quando extrapolados, houve a necessidade de encontrar outra forma de quantificar esta biomassa.

Outra forma encontrada para se quantificar esta biomassa foi à apresentada por RENDEIRO (2008), e diz que uma central a vapor, operando a 21 atm e consumindo biomassa com até 50% de umidade, terá um consumo específico entre 2 kg/h a 5 kg/h de biomassa para cada 1 kW produzido.

Além disso, RENDEIRO (2008), apresentou um gráfico, contendo uma curva com informações de fabricante de turbinas contendo o consumo de biomassa (lenha) por potência de planta Figura 3.2.



Fonte: (RENDEIRO 2008)

Figura 3.2 - Perfil típico do consumo específico de biomassa para suprir as necessidades de usinas de geração de energia elétrica a vapor com potência na faixa de 50 a 2.000 kW.

Vale ressaltar que a figura acima é válida para Lenha com PCI médio de 13.000 kJ/kg.

A partir deste gráfico foi possível obter a função do consumo mássico de biomassa por quilowatt hora de energia produzida em função da potência da planta. Para se obter o consumo de biomassa de cada planta de potência foi necessário ainda multiplicar a potência da planta para desta forma se estimar a vazão mássica de biomassa por potência de planta (Equação 3.2), sendo a curva obtida do tipo log. com R^2 de aproximadamente 95%.

$$\dot{m}_b = -1,05 \cdot \ln(X) + 10,01 \cdot X \quad (3.2)$$

Onde:

\dot{m}_b : vazão mássica de biomassa (kg/kWh)

X= Potência da Planta (kW)

Ressaltando que os valores da equação 3.2 servem para biomassas com $PCI_{(u)}$ de 13.000 kJ/kg, se fez necessário a validação do poder calorífico da biomassa produzida como resíduo no Estado do Pará de tal forma que a mesma apresentasse um valor próximo de 13.000 kJ/kg. Para isso utilizou-se a Equação 3.3 para determinar do poder calorífico inferior úmido $PCI_{(u)}$, calculando a média das espécies do poder calorífico superior presente em OLIVEIRA (2006).

$$PCI_{(u)} = \left(1 - \frac{U}{100}\right) \cdot PCS - 9 \cdot H \cdot \left(1 - \frac{U}{100}\right) \cdot h_{IV(25^{\circ}C)} - \left(\frac{U}{100}\right) \cdot h_{IV(25^{\circ}C)} \quad (3.3)$$

Onde:

$PCI_{(u)}$: é obtido em kJ/kg.

U: é a umidade da biomassa em % (valor adotado 22%)

PCS: poder calorífico superior da biomassa

$h_{IV(25^{\circ}C)}$: entalpia de vaporização da água a 25 °C [2442 kJ/kg]

H: é a fração em peso de hidrogênio geralmente contido na biomassa seca (valor adotado 6 %) (NOGUEIRA 2008)

Depois de calculado o $PCI_{(u)}$ foi possível estimar a quantidade de biomassa consumida pelas plantas de potência para cada uma das capacidades de geração de energia, de posse destas informações a próxima etapa foi quantificar o CO_2e reduzido dentro dos limites do projeto (indústria florestal) por tipo de atividade dentro do MDL.

3.2 Quantificação das Emissões:

Esta etapa consiste em utilizar metodologias de cálculo elaboradas/ ou validadas pelo Comitê Executivo do MDL que têm por objetivo estimar as emissões evitadas de *Gases de Efeito Estufa* de um projeto de MDL por fontes de emissões do projeto (emissões de linha de base), bem como suas fugas (emissões de projeto) que são geralmente emissões relacionadas ao uso de combustível fóssil.

Esta etapa do trabalho considerou duas metodologias de emissões, são elas:

- AMS-III.E/ I.D - Evitando a produção de metano a partir de decomposição de biomassa através de combustão controlada/ Geração de energia elétrica renovável para a rede
- AMS-I.D - Geração de energia elétrica renovável para a rede

A metodologia AMS-I.D/III.E é utilizada para projetos de termoelétricas em que à redução das emissões no sistema intergrado nacional de distribuição de energia elétrica, já a metodologia AMS-I.D é utilizada para projetos de termoelétricas em que à redução das emissões nos sistemas isolados, não ocorrendo o acúmulo de mais de uma metodologia em um único projeto.

3.2.1 *AMS-III.E/I.D - Evitando a produção de metano a partir de decomposição de biomassa através de combustão controlada/ Geração de energia elétrica renovável para a rede*

As emissões da linha de base resultantes das emissões de metano dentro dos limites do projeto foi utilizada a fórmula da quantidade de metano que seria gerado na ausência da atividade de projeto no local de disposição de resíduos sólidos ($BECH_{4,SWDS,y}$) descrita na "Ferramenta para determinar as emissões de metano evitadas no despejo dos resíduos em um local de descarte de resíduos sólidos" (Anexo 14, EB26) de acordo com a AMS III.G (Versão 4 de 23 de dezembro de 2006) que é dado pela Equação 3.4 (GEEA 2007)

$$BECH_{4,SWDS,y} = \phi \cdot A \cdot B \quad (3.4)$$

Onde:

$BECH_{4,SWDS,y}$: Emissões de metano evitadas durante um ano a partir do impedimento da disposição de resíduos no local (tonCO₂e/ano)

Φ : Fator de correção para corrigir incertezas do modelo

A: Conversão de metano em dióxido de carbono equivalente

B: Vazão mássica de metano Decomposto

A Equação 3.5 apresenta a conversão de metano em dióxido de carbono equivalente, nesta equação estão presentes frações e fatores de conversão para transformar o gás metano produzido em dióxido de carbono equivalente.

$$B = (1 - f)GWP_{CH_4} \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot MCF \quad (3.5)$$

Onde:

f: Fração de metano capturada no local de disposição de resíduos sólidos e queimada, como combustível.

GWP_{CH_4} : potencial de aquecimento global do metano válido para o período de comprometimento pertinente (Tabela 2.1)

OX: fator de Oxidação

16 / 12: Conversão de C para CH_4

F: Fração mássica de CH_4 no gás no local de disposição de resíduos sólidos

MCF: Fator de correção de metano (fração)

A Equação 3.6 apresenta a vazão mássica de metano Decomposto em função da taxa de decomposição e das frações de degradação do metano, onde a quantidade de biomassa que irá se degradar é obtida por meio da equação 3.6.

$$B = \dot{W}_b \cdot DOC_f \cdot DOC_j \cdot (1 - e^{-k}) \quad (3.6)$$

Onde:

\dot{W}_b : Quantidade de resíduo orgânico impedido de ser disposto no local de disposição de resíduos sólidos por ano considerando $\dot{W}_b = \dot{m}_b$ (t.biomassa/ano)

DOCf: Fração de carbono orgânico degradável que pode se decompor

DOCj Fração de carbono orgânico degradável (em peso)

K: Taxa de decomposição do resíduo

Os valores padrões retirados das diretrizes o IPCC são: 0,43 para Carbono Orgânico Degradável (DOCj), para resíduos de madeira e palha

e para DOCf o valor é de 0,5. O valor de K para resíduos de madeira e palha o valor padrão e de 0,035 em locais úmidos tropicais. Na ausência desta atividade de projeto, considerado que a biomassa seria descartada em algum aterro ou queimada em céu aberto. O Fator de Correção de Metano (MCF) utilizado na estimativa das emissões da linha de base é de 0,4 que é o valor padrão do IPCC para locais rasos não gerenciados. O fator de Oxidação (OX) é zero, considerado que a biomassa não recebera cobertura de terra. O fator de correção do modelo (φ) é 0,90. Para os valores de f e F são respectivamente zero e 0,5.

As emissões da linha de base resultantes da eletricidade que deixou de ser consumida da rede pública de distribuição de energia elétrica é calculada de acordo com as recomendações dadas no ACM0002, para projetos brasileiros, e possui uma fração de sua produção de energia que utiliza fonte de energia não renovável e são calculadas pela Equação 3.7 (MCT 2007)

$$BE_{\text{energia}} = EG \cdot CEF_{\text{CO}_2\text{elétric}} \quad (3.7)$$

Onde,

BE_{energia} : emissões da linha de base devido ao consumo de eletricidade (tonCO₂e)

EG: geração líquida de energia pela atividade de projeto por ano (MWh)

$CEF_{\text{CO}_2,\text{elétric}}$: fator de Emissão de Carbono da rede (tonCO₂e / MWh)

Este fator de Emissão é a margem combinada (CM) que compreende dois componentes: a “margem de construção (BM)”, e a “margem de operação (OM)” resultante da geração de energia elétrica verificada no Sistema Interligado Nacional- SIN do Brasil, e são calculados a partir dos registros de geração das usinas despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico- ONS.

O fator de emissão da OM é obtido pela média ponderada dos fatores de emissão das usinas que compõem os 10% superiores da curva de prioridade de despacho e é calculado para cada hora, este fator de emissão de cada usina existente no sistema é calculado anualmente, a partir dos valores de geração e consumo de combustíveis da usina do ano anterior. Para as novas usinas térmicas que entrem em operação a cada ano, deverá ser adotado como seu fator de emissão, para o correspondente ano, o valor referente ao do ano anterior de uma usina similar.

O fator de emissão da Margem de Construção (BM) é obtido pelo fator de emissão médio ponderado do conjunto M que é constituído pelas usinas mais recentes que compreendam 20% da geração anual do sistema, ou pelas 5 usinas mais recentes no caso dessas serem responsáveis por mais de 20% da geração do sistema, sendo o fator BM calculado e disponibilizado anualmente.

São atribuídos pesos as margens de Operação e de Construção. Os valores padrões são 0,5 para a OM e 0,5 para a BM. Para projetos de energia eólica e solar podem ser adotados os pesos 0,75 para a OM e 0,25 para a BM. Pesos diferentes podem ser utilizados em casos especiais com justificativa adequada. Os pesos adotados devem ser fixados para um período de obtenção de créditos e podem ser revistos na renovação do período de obtenção de créditos, desta forma o Fator de Emissão de Carbono da rede é expresso pela Equação 3.8

$$CEF_{CO_2\text{elétric}} = (\omega_{OM} \cdot EF_{OM}) + (\omega_{BM} \cdot EF_{BM}) \quad (3.8)$$

Onde:

EF_{OM}: fator de emissão da Margem de Operação Ajustada Simples (0,1874tonCO₂e / MWh)

EF_{BM}: fator de emissão da Margem de Construção (0,0491tonCO₂e / MWh)

$\omega_{OM} = \omega_{BM}$ pesos pelo padrão = 0,5

Os valores tanto da Margem de Operação como da Margem de Construção foram extraídos de tabelas com fatores de emissão para o subsistema Norte disponíveis no site do Ministério de Ciência e Tecnologia. (<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/50871.html>)

De acordo com AMS. III.E (Equação 3.9), as emissões da atividade de projeto consistem de :

a) Emissões de CO₂ relacionadas à combustão de conteúdo de carbono, que não é de biomassa, do resíduo (carbono derivado de plásticos, borracha e fósseis) e combustíveis auxiliares utilizados nas instalações de combustão,

b) Emissões incrementais de CO₂ devido às distâncias incrementais desde os pontos de coleta até o local de controle da combustão e até o local de disposição da linha de base, bem como o transporte de resíduos de combustão e resíduos finais do local de queima controlada até o local de disposição dos resíduos,

c) Emissões de CO₂ relacionadas com a energia utilizada pelas instalações da atividade de projeto, inclusive os equipamentos para controle da poluição do ar exigidos pelos regulamentos. Caso a atividade de projeto utilize eletricidade da rede, é usado o fator de emissão da rede (kg equivalentes de CO₂/kWh) ou assume-se que os geradores a diesel forneceriam uma quantidade similar de energia elétrica calculada conforme descrito na categoria I.D.

$$PE_y = PE_{y,comb} + PE_{y,transp} + PE_{y,energia} \quad (3.9)$$

Onde,

PE_y: Emissões diretas da atividade de projeto durante o ano (tonCO₂e/ano)

PE_{y,comb}: Emissões através da combustão de carbono não

proveniente de biomassa durante o ano (tonCO₂e/ano)

PE_{y,transp}: Emissões através do transporte durante o ano (tonCO₂e/ano)

PE_{y,energia}: Emissões através do consumo de eletricidade ou diesel durante o ano (tonCO₂e/ano)

Não foi considerado o consumo de combustível para dar partida porque a biomassa é inflamável, logo a quantidade de resíduo não-biomassa é nula. Não foram consideradas emissões com transporte uma vez que toda a biomassa tratada se encontra dentro dos limites do projeto e foi considerado também que a geração interna de energia satisfará todas as necessidades de energia. Portanto, as emissões de CO₂ relacionadas ao consumo de energia serão nulas, foi considerado também que a planta de potência produzirá a energia térmica e o vapor necessários para fazer seus processos funcionarem.

3.2.2 Geração de energia elétrica renovável para a rede

Para calcular a emissão da linha de base dos gases de efeito estufa através do consumo de óleo diesel utilizado para geração de energia elétrica se utiliza a Equação 3.10 que se dá basicamente pela Multiplicação da carga real total da planta de potência pelas horas de operação e pelo fator de emissão do combustível. (IPCC 2006)

$$PE_{y,Diesel} = f \cdot Q_{energ} . \quad (3.10)$$

Onde:

PE_{y,Diesel}: Emissões do projeto pelo consumo de eletricidade kgCO₂e/hora

f: Fator de emissão kgCO₂e/kWh (valor padrão 0,8)

Q_{energ}: Geração líquida de energia pela atividade de projeto por

ano (kWh)

Para fins de conversão dos fatores de emissão em base de volume de combustível consumido, a densidade do diesel comercial no Brasil está na faixa de 0,82 a 0,88 kg/l. A menos que exista informação precisa sobre a densidade média do lotes de diesel consumidos, sugere-se a adoção do valor central da faixa, a saber, 0,85 kg/l ou diesel (20,2 tonC/TJ).

Após calculadas as emissões tanto de linha de base quanto do projeto, o resultado final de emissões evitadas será dado pela equação 3.11 que nada mais é do que o somatório das emissões de linha de base menos o somatório das emissões do projeto.

$$ER = \sum ELB - \sum EP \quad (3.11)$$

Onde:

ER: emissões reduzidas (tonCO₂e/ano)

ELB: emissões de linha de base (tonCO₂e/ano)

EP: emissões do projeto (tonCO₂e/ano)

3.3 Elaboração de cenários e Considerações Iniciais

Nesta etapa foram elaboradas as considerações iniciais do trabalho, bem como o levantamento dos custos e as receitas para com isso utilizar as ferramentas de viabilidade econômica.

Foram considerados seis cenários para recebimento dos créditos, que são: 10 US\$/tonCO₂e com e sem substituição de diesel, 20 US\$/tonCO₂e, com e sem substituição de diesel e 30 US\$/tonCO₂e, com e sem substituição de diesel caracterizando como cenários: pessimista, neutro e otimista, uma vez que os valores pagos pelas RCEs não atingem valores muito maiores que 30 US\$/tonCO₂e, foi considerado ainda que todas as usinas irão funcionar vinte quatro horas por dia 351 dias por ano, uma vez que este tipo de usina necessita parar pelo menos duas semanas por ano para manutenção, a Tabela 3.1 apresenta os cenários apresentados.

Tabela 3.1 – Cenários de Referência

CENÁRIO	DESCRIÇÃO	VALOR DA RCE (US\$/tCO₂e)
1	Sem Substituição de Geração Diesel	10
2	Com Substituição de Geração Diesel	10
3	Sem Substituição de Geração Diesel	20
4	Com Substituição de Geração Diesel	20
5	Sem Substituição de Geração Diesel	30
6	Com Substituição de Geração Diesel	30

3.3.1 Custos

Para este trabalho foram considerados dois tipos de custo, custos fixos que são todos aqueles referentes à implantação do Documento de Concepção de Projeto- DCP, bem como os custos das cinco primeiras etapas apresentadas na Tabela 2.2, e custos variáveis os referentes a verificações e supervisões com relação aos cálculos e monitoramento das reduções de emissões dentro dos limites do projeto de MDL.

Segundo estimativa do Banco Mundial em 2006 os custos fixos e variáveis envolvidos na implementação de projetos de MDL de Pequena Escala por etapa do projeto são apresentados nas Tabelas 3.2 e 3.3. (SANQUETTA 2008).

Tabela 3.2 – Investimentos Fixos em US\$

Descrição	Custo (US\$)
Preparação e Análise do Projeto	20.000,00
Preparação da Documentação	15.000,00
Processo de Validação	20.000,00
Negociação do Acordo	35.000,00
Consulta e Aprovação	20.000,00
Início do Projeto	25.000,00
Monitoramento	10.000,00
Total Parcial	145.000,00

Tabela 3.3 – Investimentos Variáveis em US\$

Descrição	Custo (US\$)
Verificação Periódica (Anual)	25.000,00
Supervisão Periódica (Anual)	20.000,00
Total Parcial	45.000,00

Além dos custos acima citados ainda foi considerado o custo da taxa de administração para o fundo de adaptação as mudanças climáticas que são cobrados durante a comercialização da RCE, que são divididos em: US\$0,10/RCE para as primeiras 15.000 tCO₂e por ano e US\$0,20/RCE para cada tCO₂e por ano, tendo um limite máximo de 350.000 tCO₂e, o que corresponde acerca de 2% das RCEs (CGEE 2008)

Não foi considerado nenhum custo referente à manutenção ou projetos de impactos ambientais por parte dos projetos de MDL, devido os mesmos serem aplicados às usinas termoeletricas como um todo e não apenas para os projetos de MDL.

3.3.2 *Receitas*

Toda a receita foi baseada na venda ou comercialização das *Reduções Certificadas de Emissões* do mercado formal advindo do Protocolo de Quioto. E para se obter maior sensibilidade do estudo a única variável considerada foi a do valor que venda das RCE's, e o que esta pode influenciar nos resultados dos cenários.

3.4 Ferramentas de viabilidade econômica

Última etapa empregada na metodologia de cálculo - seu objetivo é utilizar ferramentas de viabilidade econômica, neste trabalho foram empregados os modelos do Fluxo de Caixa, da Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Tempo de Retorno (Payback).

3.4.1 *Fluxo de Caixa*

Este modelo foi selecionado por estabelecer horizontes de projetos (tempo de execução ou operação). É dentro deste espaço temporal que são alocados os custos e as receitas estudadas. Geralmente se considera o eixo das abscissas como o eixo temporal do empreendimento (pode ser expresso em dias, meses, anos ou até mesmo em décadas), e no eixo das ordenadas são colocados os valores de custo e receitas do empreendimento ao longo dos anos, sendo geralmente considerados os valores positivos para receita e negativos

para custo conforme apresenta a Figura 3.3.

O retorno dos investimentos normalmente ocorre entre 20 a 30% do tempo total ou horizonte do projeto, ou seja, no mínimo em 1/5 e no máximo até 1/3 da expectativa de tempo de operação do empreendimento, e a melhor situação seria a empresa poder financiar esses investimentos com suas reservas (ICHIHARA 2008).

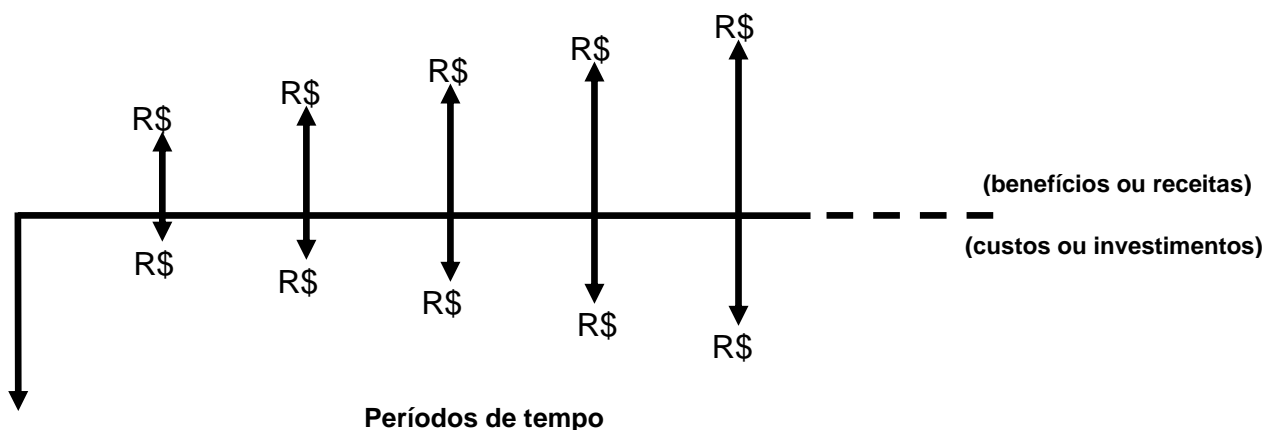


Figura 3.3 - Gráfico que Representa um Fluxo de Caixa

O horizonte estabelecido neste trabalho foi de 21 anos a partir do recebimento dos créditos.

3.4.2 Identificação das Taxas de Custos e Receitas

Geralmente procedimentos tradicionais de engenharia econômica que possuem projetos com horizonte de tempo relativamente longo (anos ou décadas), suas operações (custos e receitas) ocorrerão em momentos distintos ao longo da vida do empreendimento, verifica-se então a necessidade de uma maneira de corrigir os valores que ocorrem em tempos distintos para um mesmo momento, tendo em vista que os recursos financeiros (\$) têm seus valores modificados quando seus acontecimentos são em tempos diferentes, a partir daí criou-se a necessidade de um artifício denominado "Taxa de Desconto".

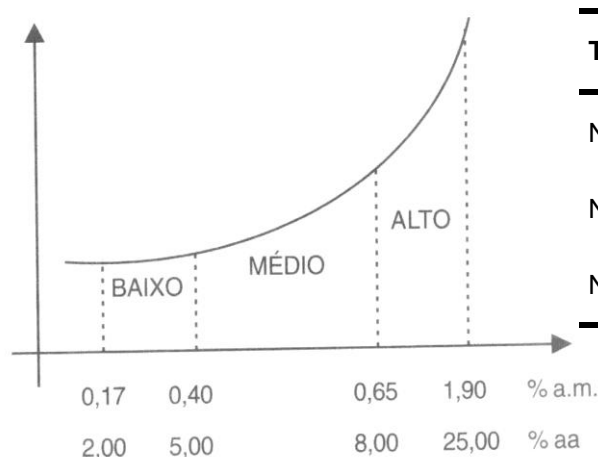
Para resolver a distorção causada pela ausência de taxas pode-se trabalhar com uma Taxa de Desconto Modificada, adotando-se um valor maior para transformar as receitas e um menor para os custos, porém para isso precisa-se identificar as componentes desta Taxa de Desconto que geralmente é expressa em percentual e exige muita cautela e estudo, podendo variar conforme as condições macro e micro econômicas, e pode ainda ser passível de uma série de incertezas e oscilações, de maneira genérica, pode ser considerada como a soma dos custos de Remuneração do Capital, Custo de Oportunidade, Riscos, e Inflação. (ICHIHARA 2008)

A Remuneração do Capital é baseada no princípio “do preço” que se paga pelo dinheiro, ou pelo acesso ao dinheiro. Na sua essência são os juros propriamente ditos. Sua grandeza deriva de inúmeras variáveis e condicionantes. Geralmente se utiliza a remuneração ou o rendimento definido pelas autoridades financeiras nacionais, tais como o Banco Central, ou ainda valores médios do sistema financeiro, podendo-se adotar a Taxa Básica de Financiamento- TBF, o Sistema Especial de Liquidação e Custódia- SELIC e, quando o horizonte for longo, a Taxa de Juros de Longo Prazo- TJLP. (ICHIHARA 2008)

O Custo de Oportunidade é a possibilidade de se obter um ganho, rendimento, receita ou benefício financeiro em outro investimento ou empreendimento que não o estudado. Normalmente trabalha-se em relação à uma aplicação financeira sem quaisquer riscos ou incertezas como a caderneta de poupança, que é um investimento garantido pelo poder público, e, em tese, sem qualquer possibilidade de risco. (ICHIHARA 2008)

Os Riscos são possíveis oscilações aleatórias nos resultados esperados, quantificáveis ou não. Uma forma de se quantificar é através de gráficos como o da Figura 3.4 que classifica o risco em três graus de intensidade: Baixo, Médio e Alto.

Níveis de Risco



Taxa de Risco	Intervalo (% am)	Intervalo (% aa)
Nível Baixo	0,17 a 0,40	2,00 a 5,00
Nível Médio	0,40 a 0,65	5,00 a 8,00
Nível Alto	0,65 a 1,90	8,00 a 25,00

Fonte: (ZENI 1996)

Figura 3.4 - Gráfico de Incertezas

A Inflação é a última componente das Taxas de Desconto, e existem muitas medidas ou indicadores (IGPM/INCC/INPC...) para mensurá-las, em períodos ou conjunturas inflacionárias este é o componente com maior peso na formação da taxa desconto, porém não será objeto de quantificação deste trabalho uma vez que estes valores, em tese estão estáveis devido à economia estar estável.

Para este trabalho foi considerada:

- Remuneração do Capital: Efetiva: 6,50% a.a.
- Custo de Oportunidade: 8,00% a.a
- Incertezas (ou Riscos): foi adotando o valor de 3,50% a.a, para os custos e 8,50% a.a para a receita uma vez que o Mercado de Carbono passa por certas oscilações e incertezas de mercado.
- Não foi considerada a inflação:

3.4.3 Fluxo de Caixa Descontado

É a correção ou transformação dos valores do Fluxo de caixa, realizado através da utilização da “Taxa de Desconto” e, quando este componente é aplicado, o modelo passa a ser denominado de “Fluxo de Caixa Descontado”.

3.4.4 Valor Presente Líquido (VPL)

Ferramenta utilizada para calcular a soma algébrica de todos os valores existentes no Fluxo de Caixa, sejam os com sinais positivos (Receitas) quantos com sinais negativos (Custos), incluindo o investimento inicial, tudo já transformado para o valor presente, ou seja, aplicando-se a taxa de desconto, conforme apresentada na Equação 3.12.

$$VPL = \sum_1^n \frac{VFL_j}{(1+i)^j} \quad (3.12)$$

Onde:

VPL: Valor presente líquido;

n: número total de períodos – horizonte do projeto;

VFL: Valor futuro líquido;

j: Período em que ocorre o valor;

i: Taxa de desconto.

3.4.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Esta ferramenta é utilizada para calcular com que Taxa de Desconto o Valor Presente Líquido (VPL) é nulo, ou seja, que taxa faz com que a soma algébrica de todos os valores descontados seja igual a zero. Este é o método matemático pode ser entendido como a convergência para um valor pré-determinado. No caso, o valor pré-determinado é zero, ou seja, em que situação o VPL é nulo.

É a taxa de desconto no qual o VPL = 0 (Equação 3.13)

$$\sum_1^n \frac{VFL_j}{(1+i)^j} = 0 \quad (3.13)$$

3.4.6 Payback (Tempo de Retorno)

Ferramenta utilizada para calcular quanto tempo o empreendimento vai demora a recuperar seu capital investido, eles podem ser de dois tipos: simples e descontado.

Simples quando os valores futuros do fluxo de caixa são considerados sem a aplicação da taxa de desconto, este método é aplicado apenas em projetos com um horizonte pequeno (no máximo até 4 anos)

Descontado quando á considerada aplicação da taxa de desconto nos valores futuros do fluxo de caixa, trabalhando-se então com os VPL's e não com os valores futuros absolutos

Tanto para o Tempo de Retorno Simples quanto para o Tempo de Retorno Descontado se faz necessário a utilização da Equação 3.14, o que ira variar é a utilização dos valores do fluxo de caixa. (ICHIHARA 2008)

$$TR = PUSN + \left[\frac{USN}{(PSP + USN)} \right] \quad (3.14)$$

Onde:

TR = Tempo de Retorno

PUSN = Período do Último Saldo Negativo

PSP = Primeiro Saldo Positivo

USN = Último Saldo Negativo

Observação: nesta operação, trabalha-se com o valor do saldo negativo em módulo.

O tempo máximo de retorno aceitado foi de sete anos a partir início dos recebimentos dos créditos devido o fato dos ciclos de projetos de MDL para este tipo de empreendimento ser dividido em: um único ciclo de dez anos ou um ciclo de sete anos renovável por mais dois períodos de mesma duração totalizando vinte e um anos de projeto, logo este tempo de retorno contemplaria qualquer um dos dois períodos de ciclo de projeto, vale ressaltar que ao termino do período de sete anos uma nova linha de base deverá ser criada, o que impactaria diretamente as ferramentas de viabilidade econômica (TIR, VPL e Tempo de Retorno).

De posse dessas informações foi possível elaborar a rotina de cálculos para determinar da potência mínima de termoelétricas para viabilizar projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

4. ELABORAÇÃO DA ROTINA DE CÁLCULOS

Nesta etapa foram elaboradas rotinas de cálculos para quantificar o consumo de biomassa das plantas de potência, as emissões de CO₂e pra cada tipo de emissão considerada dentro dos limites de projeto, bem como a elaboração do Fluxo de Caixa, realização dos cálculos da Taxa Interna de Retorno, Valor Presente Líquido, Tempo de Retorno Simples e Tempo de Retorno Descontado, conforme a Figura 4.1.

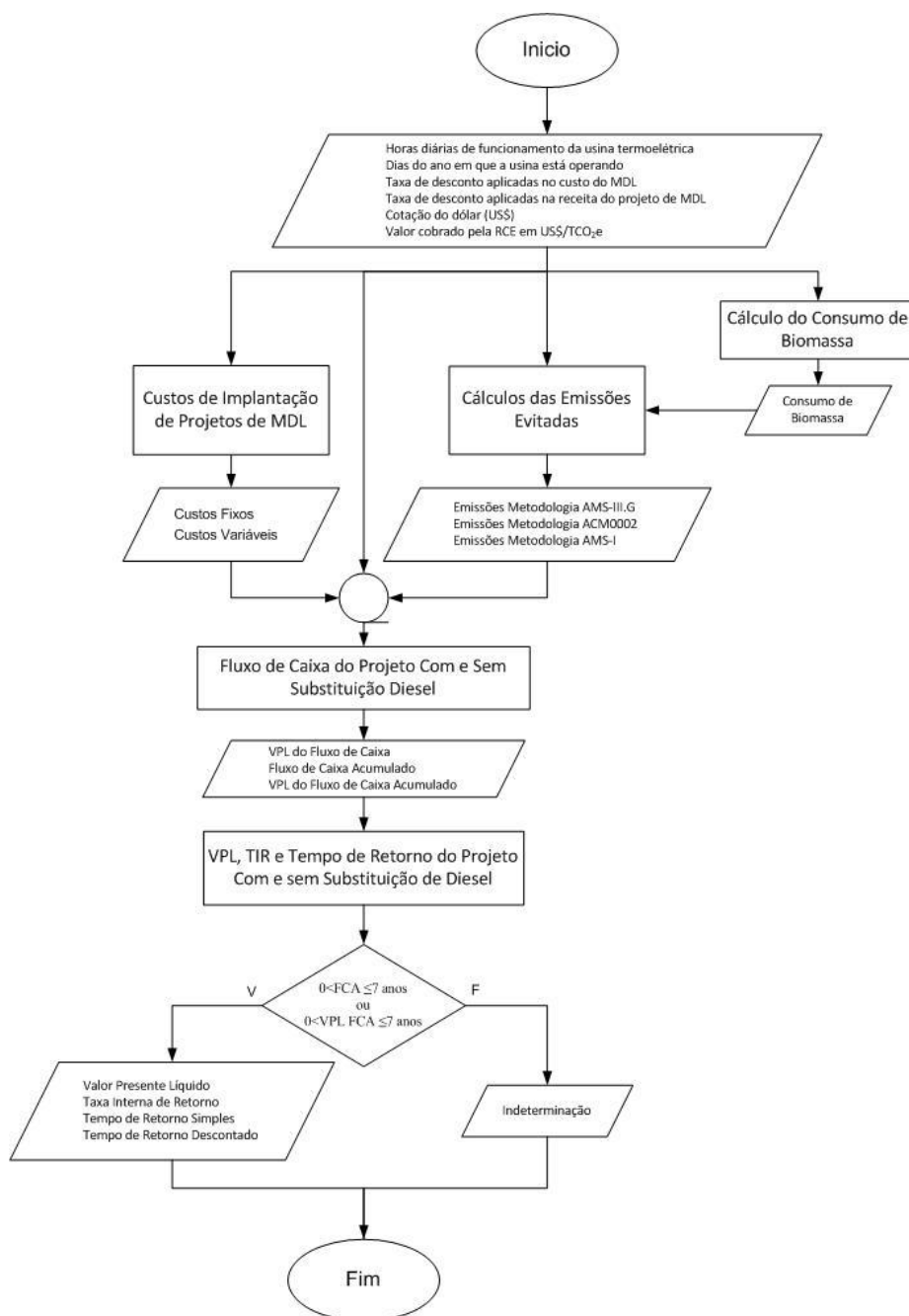


Figura 4.1 – Fluxograma das informações

Nesta rotina de cálculos também foram elaborados gráficos para uma melhor visualização das informações geradas pelas tabelas apresentadas nos resultados do presente trabalho.

Devido o grande volume de informações trabalhadas, a rotina de cálculo foi executada com o auxílio do Microsoft Excel 2007 pelo fato deste programa ser acessível e permitir que o usuário possa trabalhar com várias planilhas ao mesmo tempo, o que permite uma maior organização das informações.

O programa foi dividido em oito planilhas relacionadas entre si, são elas: Dados de Entrada, Custos de Implantação de Projetos de MDL, Cálculo do Consumo de Biomassa, Cálculos das Emissões Evitadas, Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel), VPL, TIR & Tempo de Retorno do Projeto (Sem Substituição de Diesel) Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel) e VPL, TIR & Tempo de Retorno do Projeto (Com Substituição de Diesel).

4.1 Dados de Entrada

Nesta planilha se encontram os dados de entrada dos cálculos, são as informações referentes às horas diárias de funcionamento da usina termoeletrica, dias do ano em que a usina está operando, taxa de desconto aplicadas no custo do MDL, taxa de desconto aplicadas na receita do projeto de MDL, cotação do dólar (US\$), e o valor pago pela RCE em US\$/TCO₂e conforme apresenta a Figura 4.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Dados de Entrada												
2													
3	Horas Diárias de Funcionamento:	24											
4													
5	Dias de Funcionamento por Ano:	351											
6													
7	Taxa de Desconto Custo (MDL):	0,18											
8													
9	Taxa de Desconto Receita (MDL):	0,12											
10													
11	Cotação Dolar (R\$):	2,25	Data: 29/01/2009										
12													
13	Valores das Bolsas US\$/COe:	10											
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													

Figura 4.2 – Dados de Entrada

Estes dados servem de input para rotina de cálculo, uma vez que a maioria das outras planilhas necessita dessas informações.

4.2 Custos de Implantação de Projetos de MDL

Nesta planilha se encontram os valores de custos fixos e variáveis apresentados nas Tabelas 3.2 e 3.3 convertidos em reais em função da cotação do dólar previamente alimentado na planilha dos dados de entrada.

4.3 Cálculo do Consumo de Biomassa

Para esta rotina (Figura 4.3) foi utilizada a equação 3.3, utilizada na função do consumo de biomassa. Também foi calculado nesta planilha o consumo de biomassa por hora e por ano de cada uma das plantas de potência.

Para calcular o consumo de biomassa por potência de planta por hora foi utilizada a Equação 3.2, e para o consumo de biomassa por ano multiplicou-se o valor do consumo de biomassa por hora pelo número

horas de funcionamento por dia vezes os dias de funcionamento durante o ano, sendo estas últimas informações extraídas da planilha Dados de Entrada.

Mensal										
Potência	500kW	1000kW	1500kW	2000kW	2500kW	3000kW	3500kW	4000kW	4500kW	5000kW
Consumo kg/Pot	3,48	7,76	2,33	2,03	1,79	1,60	1,44	1,30	1,18	1,07
mb (ton/h)	1,74	3,78	3,50	4,06	4,49	4,81	5,05	5,20	5,30	5,33
mb (ton/mês)	1.225,12	1.935,31	2.454,67	2.848,79	3.149,79	3.376,68	3.541,66	3.653,90	3.719,86	3.744,88
mb (ton/ano)	14.677,39	23.223,76	29.456,01	34.185,48	37.797,47	40.518,95	42.499,68	43.846,85	44.639,54	44.939,81

Figura 4.3 – Consumo de Biomassa das Plantas de Potência

4.4 Cálculos das Emissões Evitadas

Nesta planilha (Figura 4.4) estão presentes todos os cálculos referentes às emissões evitadas de CO₂ e por potência de planta por atividade de projeto dentro do que foi considerado no CAPÍTULO 3, e serão melhor explanados nos próximos subitens.

Mensal										
Potência	500kW	1000kW	1500kW	2000kW	2500kW	3000kW	3500kW	4000kW	4500kW	5000kW
BECH4,SWD5.y	547,03	865,55	1.097,82	1.274,09	1.408,71	1.510,14	1.583,97	1.634,17	1.663,71	1.674,91
PEnergia	498,07	996,14	1.494,21	1.992,28	2.490,35	2.988,41	3.486,48	3.984,55	4.482,62	4.980,69
PE Diesel	3.369,60	6.739,20	10.108,80	13.478,40	16.848,00	20.217,60	23.587,20	26.956,80	30.326,40	33.696,00
Total tCO2(ano)	4.414,70	8.829,39	13.244,03	17.658,67	22.073,31	26.487,95	30.902,59	35.317,23	39.731,87	44.146,51
Total tDiesel tCO2(ano)	1.045,10	1.961,69	2.592,03	3.266,37	3.896,06	4.498,55	5.070,45	5.618,72	6.146,34	6.655,00

Custos Transação R\$/tonCO2(Diesel)	500kW	1000kW	1500kW	2000kW	2500kW	3000kW	3500kW	4000kW	4500kW	5000kW
R\$	0,75	1,46	2,16	3,14	4,50	5,85	7,19	8,53	9,86	11,17
R\$	0,18	0,32	0,44	0,56	0,66	0,76	0,86	0,96	1,04	1,13

Figura 4.4 – Calculo das Emissões

4.4.1 Cálculos das Emissões Relacionadas à Metodologia AMS-III.E/ I.D - Evitando a produção de metano a partir de decomposição de biomassa através de combustão controlada/ Geração de energia elétrica renovável para a rede

Para realizar o cálculo das emissões relacionadas a decomposição de metano foram utilizadas as equações 3.5, 3.6 e 3.4, onde o valor da quantidade de biomassa que deixou de ser degradada foi o valor da quantidade de biomassa consumida pela Planta de Potência por ano extraído da planilha de Cálculo do Consumo de Biomassa.

Para realizar os cálculos das emissões relacionadas ao consumo de eletricidade foi utilizada a Equação 3.7, e para o valor da geração líquida de energia pela atividade de projeto que deixou de ser consumida durante o ano, foi considerado o valor da potência de cada uma das usinas vezes o número de horas de funcionamento por dia, vezes o número de dias de funcionamento extraídos da planilha Dados de Entrada.

4.4.2 Cálculos das Emissões Relacionadas à Metodologia AMS- I.D - Geração de energia elétrica renovável para a rede

Para realizar os cálculos das emissões relacionadas à Metodologia AMS-I.D, foi utilizada a equação 3.10, e para o valor da Geração líquida de energia pela atividade de projeto que deixou de ser consumida durante o ano foi considerado o valor da potência de cada uma das usinas vezes o número de horas de funcionamento por dia, vezes o número de dias de funcionamento extraídos da planilha Dados de Entrada.

4.5 Fluxo de Caixa do Projeto (Com e Sem Substituição de Diesel)

Nestas duas planilhas encontram-se todas as informações pertinentes aos cálculos do Fluxo de Caixa do empreendimento, são eles: Investimento, Custos Operacionais, Custos RCEs, Custo Total, VPL dos Custos, além das Receitas do projeto que são: Créditos Comercializados (RCEs), VPL das Receitas, Fluxo de Caixa, VPL do Fluxo de Caixa, Fluxo de Caixa Acumulado e VPL do Fluxo de Caixa Acumulado, a diferença entre elas é que uma efetua cálculos relacionados com a substituição de diesel e a outra realiza cálculos sem a substituição de diesel

Para o Investimento foi utilizada a soma das informações de custos fixos geradas na planilha Custos de Implantação de Projetos de MDL, para os Custos Operacionais foi utilizada a soma das informações de custos variáveis geradas na planilha custos de implantação de projetos de MDL. Os custos das RCEs foram calculados considerando a taxa de administração para o fundo de adaptação às mudanças climáticas apresentadas no CAPÍTULO 3, e o custo total foi calculado a partir da soma de todos os custos, o investimento foi inserido apenas do ano zero, os demais custos foram inseridos do ano um até o ano vinte e um.

A única receita considerada foi à proveniente da venda direta das RCEs, calculada pela multiplicação da cotação do dólar (US\$), vezes o valor pago pela RCE em US\$/tCO₂ provenientes da planilha Dados de Entrada vezes as Emissões Evitadas provenientes da planilha Cálculos das Emissões Evitadas, sendo neste caso consideradas apenas as informações referentes a Metodologia AMS-III.E/ I.D para a planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel) e as Metodologia AMS-I.D para a planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel)

Para o cálculo dos VPLs tanto dos custos quanto das receitas foi utilizada a Equação 3.12, e foram utilizadas as Taxas de Desconto tanto

dos custos quanto das receitas da planilha Dados de Entrada

Para se calcular o fluxo de caixa acumulado foi considerado o valor do fluxo de caixa acumulado do ano anterior mais o valor do fluxo de caixa do ano corrente e para o VPL do fluxo de caixa acumulado foi considerado o valor do VPL do Fluxo de Caixa acumulado do ano anterior mais o valor do VPL do fluxo de caixa do ano corrente.

Este modelo de fluxo de caixa demonstra uma maior sensibilidade com relação ao horizonte do projeto, uma vez que ele considera o acúmulo dos ganhos ou perdas ao longo do tempo.

O horizonte do Fluxo de Caixa considerado foi desde o ano zero até o ano vinte e um, sendo o ano zero o de investimento e do ano um até o vinte e um os anos de ciclo de projeto de MDL com os Custos Operacionais e de RCEs, e as Receitas e demais informações.

4.6 VPL, TIR e Tempo de Retorno do Projeto (Com e Sem Substituição de Diesel)

Nestas duas planilhas encontram-se os resultados desejados do programa quanto à análise de viabilidade econômica sem considerar a substituição por geração Diesel, são eles: Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Tempo de Retorno tanto o Simples quanto o Descontado, sendo estes dois últimos considerados em anos.

4.6.1 Cálculo do Valor Presente Líquido:

Para este cálculo foi considerada a soma do valor do VPL do Fluxo de caixa da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários sem substituição de diesel e da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários com substituição de diesel de cada um dos fluxos de caixa de cada uma das plantas de potência.

4.6.2 *Cálculo da Taxa Interna de Retorno:*

Para este cálculo foi utilizada a função TIR dentro das ferramentas financeiras do próprio Microsoft Excel, sendo que foi considerada a TIR da soma do VPL do da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários sem substituição de diesel e da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários com substituição de diesel de cada um dos fluxos de caixa de cada uma das plantas de potência calculada.

4.6.3 *Cálculo do Tempo de Retorno Simples*

O cálculo do Tempo de Retorno Simples é baseado na Equação 3.10. Para identificação do período do último saldo negativo foi necessário a utilização da função condicionante “SE” dentro das ferramentas de lógica do próprio Microsoft Excel, onde foi imposto que a mesma identificasse o ano anterior do surgimento do primeiro saldo positivo do Fluxo de Caixa Acumulado da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários sem substituição de diesel e da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários com substituição de diesel de cada um dos fluxos de caixa de cada uma das plantas de potência.

Para identificação do último saldo negativo foi necessário a utilização da mesma função condicionante “SE”, onde foi imposto que quando a função identificasse o surgimento do primeiro saldo positivo do Fluxo de Caixa Acumulado da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários sem substituição de diesel e da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários com substituição de diesel de cada um dos fluxos de caixa de cada uma das plantas de potência a função calcularia o fluxo de caixa acumulado do ano anterior vezes

menos um, uma vez que este valor é calculado pelo módulo.

Para identificação Primeiro saldo positivo também foi utilizado à função condicionante “SE”, e foi imposto que a mesma identificasse o valor do primeiro saldo positivo do Fluxo de Caixa Acumulado da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários sem substituição de diesel e da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários com substituição de diesel de cada um dos fluxos de caixa de cada uma das plantas de potência.

4.6.4 *Cálculo do Tempo de Retorno Descontado*

Para calcular o Tempo de Retorno Descontado foram feitas as mesma considerações do cálculo do Tempo de Retorno Simples, porém foi considerado o VPL do Fluxo de Caixa Acumulado da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Sem Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários sem substituição de diesel e da planilha Fluxo de Caixa do Projeto (Com Substituição de Diesel) para os resultados dos cenários com substituição de diesel de cada um dos fluxos de caixa de cada uma das plantas de potência.

5. RESULTADOS

5.1 Quantificação de Biomassa

5.1.1 Poder Calorífico Inferior úmido – PCI(u)

O valor médio encontrado para PCI(u) obtido com a utilização da Equação 3.3, tendo como referência valor da média das espécies amazônicas mais utilizadas pela indústria madeireira do Estado do Pará foi de 13.000 kJ/kg.

5.1.2 Quantificação do Consumo de Biomassa de uma Planta a Vapor

O consumo estimado de biomassa por ano de funcionamento utilizado pela planta de vapor por potência gerada pode ser verificada na tabela 5.1:

Tabela 5.1 – Consumo de biomassa por potência da planta

Potência	Consumo (ton./ano)
500 kW	14.677
1000 kW	23.224
1500 kW	29.456
2000 kW	34.185
2500 kW	37.797
3000 kW	40.519
3500 kW	42.500
4000 kW	43.847
4500 kW	44.640
5000 kW	44.940

5.2 Quantificação das Emissões Relativas às Atividades de Projeto do MDL

5.2.1 Emissões Relacionadas à Metodologia AMS-III.E/ I.D - Evitando a produção de metano a partir de decomposição de biomassa através de combustão controlada/ Geração de energia elétrica renovável para a rede

As emissões estimadas para a produção evitada de metano por potência gerada pode ser apresentada na tabela 5.2

Tabela 5.2 – Estimativa de emissões potência da planta

Potência	Emissões evitadas (tonCO₂e./ano)
500 kW	1.045
1000 kW	1.862
1500 kW	2.592
2000 kW	3.266
2500 kW	3.899
3000 kW	4.499
3500 kW	5.070
4000 kW	5.619
4500 kW	6.146
5000 kW	6.656

5.2.2 Cálculos das Emissões Relacionadas à Metodologia AMS-I. D- Geração de energia elétrica renovável para a rede

As emissões estimadas para a substituição de diesel por potência gerada pode ser apresentada na tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Estimativa de emissões potência da planta

Potência	Emissões evitadas (tonCO₂e./ano)
500 kW	3.370
1000 kW	6.739
1500 kW	10.109
2000 kW	13.478
2500 kW	16.848
3000 kW	20.218
3500 kW	23.587
4000 kW	26.957
4500 kW	30.326
5000 kW	33.696

5.3 Identificação das Taxas de Desconto

As taxas de desconto modificadas se considerado os parâmetros apresentados no item 3.4.2 desta dissertação serão:

- 23% a.a. para as receitas (valores positivos)
- 18% a.a. para os custos (valores negativos).

5.4 Simulações

As figuras de 5.1 a 5.18 apresentam os resultados de tempo de retorno simples e descontado, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno tanto para termoeletricas que não substituam geração diesel quanto para termoeletricas que substituam geração diesel.

5.4.1 Cenário 1: 10 US\$/tonCO₂e sem substituição de diesel

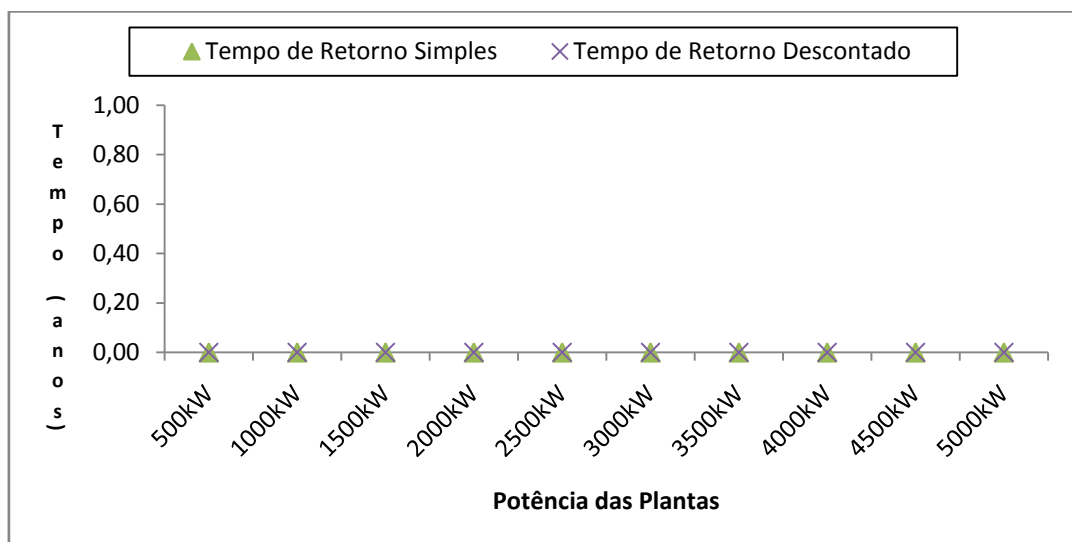


Figura 5.1 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta

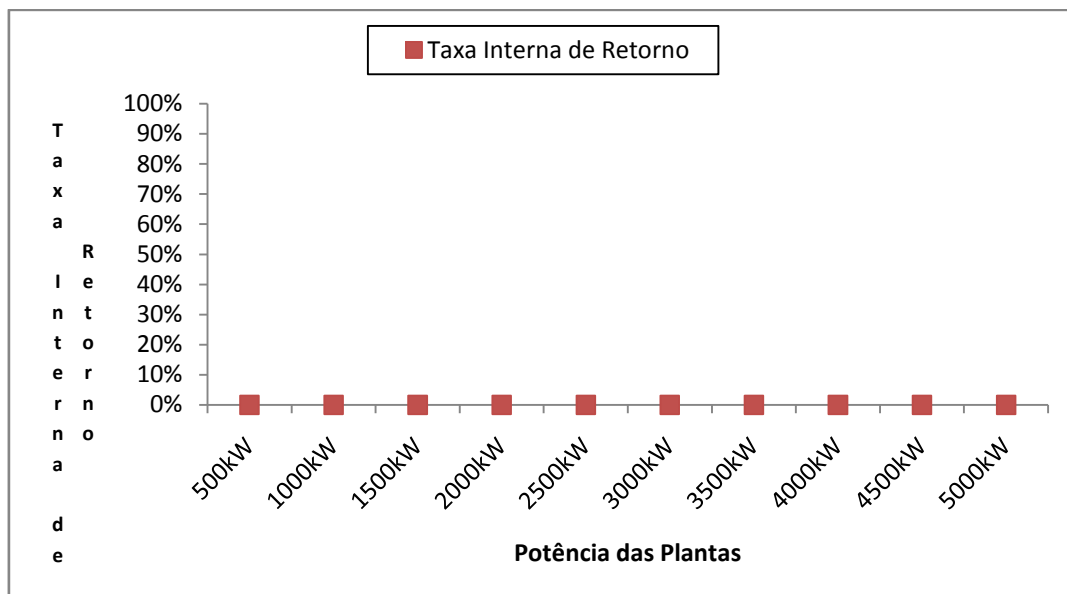


Figura 5.2 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta

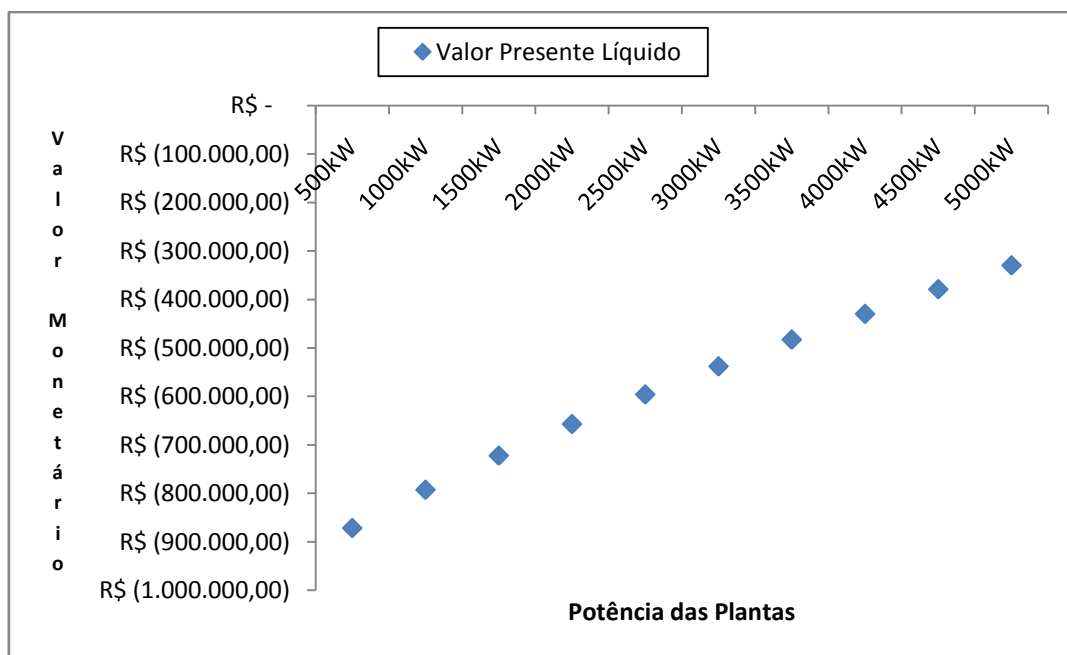


Figura 5.3 - Valor Presente Líquido por potência de planta

Não houve nenhuma viabilidade econômica para os projetos de MDL que não substituam a geração diesel e que sejam vendidos a 10US\$/tonCO₂e;

5.4.2 Cenário 2: 10 US\$/tonCO₂e com substituição de diesel

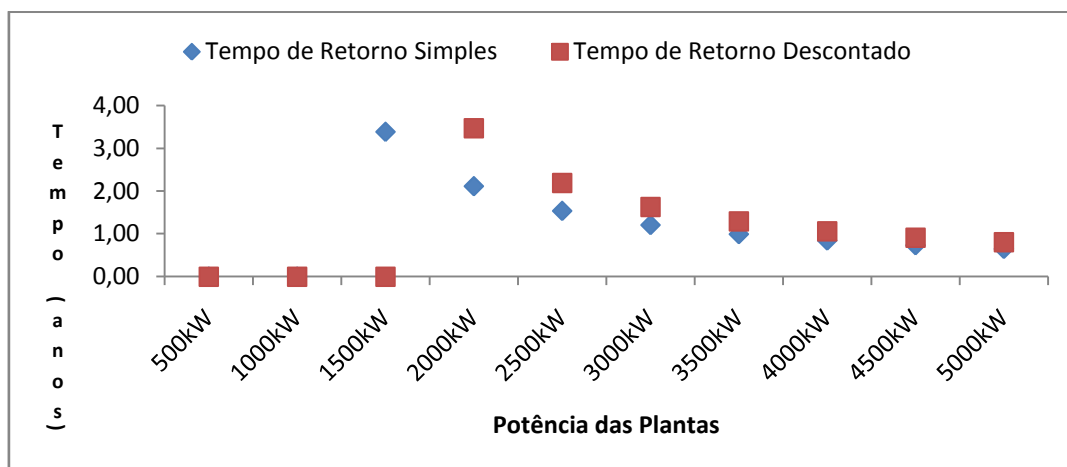


Figura 5.4 - Tempo de retorno simples e descontado do investimento por potência de planta

Para o valor de RCEs vendidos 10US\$/tonCO₂e e que substituam a geração diesel as plantas de potência acima de 2000 kW apresentaram um tempo de retorno dentro do que foi estabelecido no cálculo, as plantas de potência que apresentaram seu tempo de retorno acima de 1500 kW foram descartadas pelo fato de não levarem em consideração a utilização da taxa de desconto.

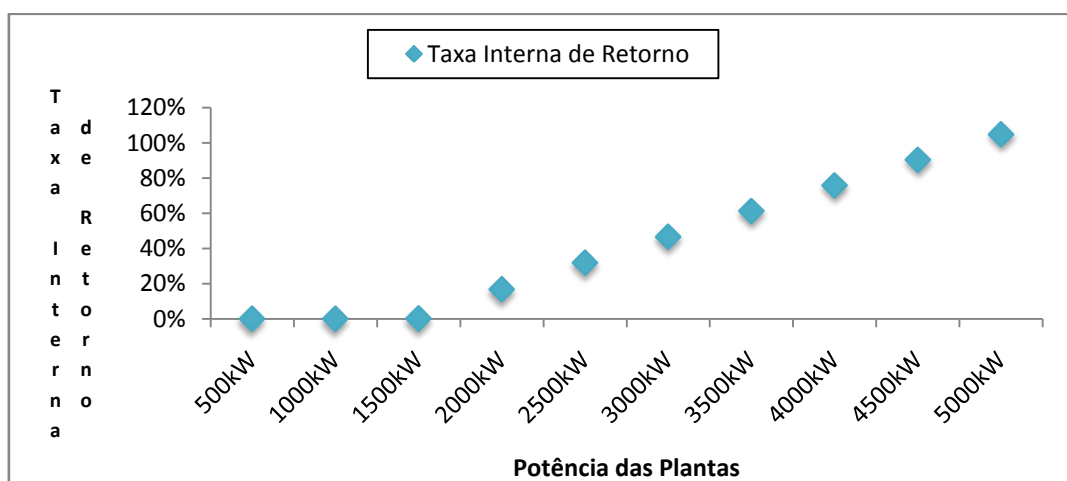


Figura 5.5 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta

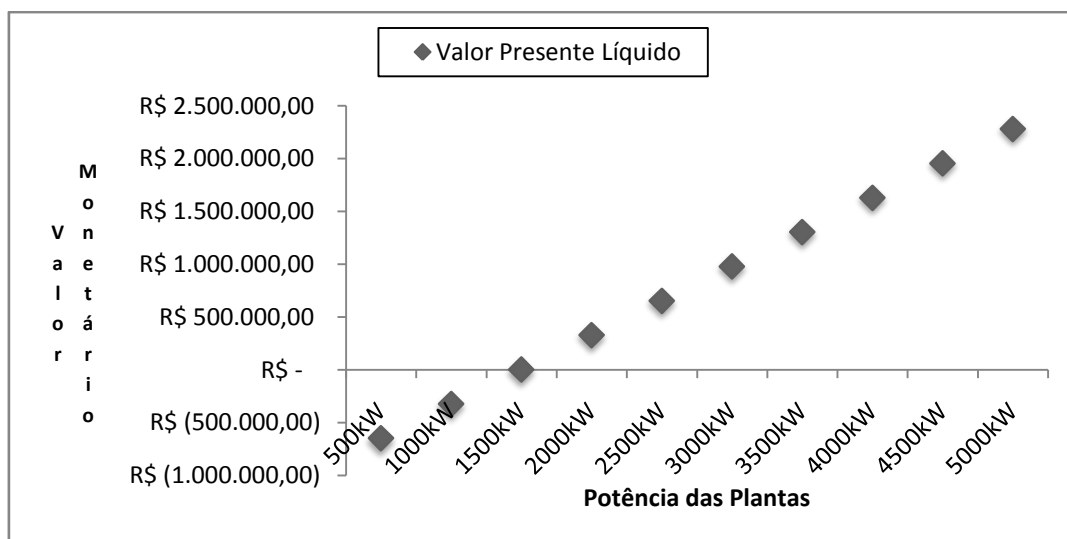


Figura 5.6 - Valor Presente Líquido por potência de planta

O valor da TIR identificado para o tempo de retorno descontado foi de 17% e o valor do VPL foi de R\$ 328.800

5.4.3 Cenário 3: 20 US\$/tonCO₂e sem substituição de diesel

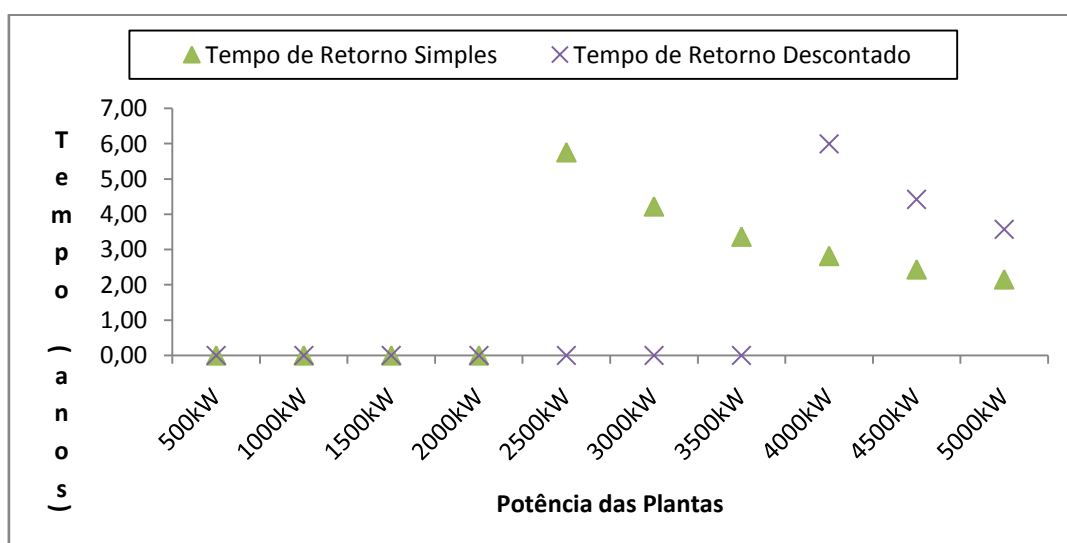


Figura 5.7 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta

Para o valor de RCEs vendidos 20US\$/tonCO₂e e que não substituam a geração diesel as plantas de potência acima de 4000 kW apresentaram um tempo de retorno dentro do que foi estabelecido no cálculo, as plantas de potência que apresentaram seu tempo de retorno acima de 2500 kW foram descartadas pelo fato de não levarem em consideração a utilização da taxa de desconto.

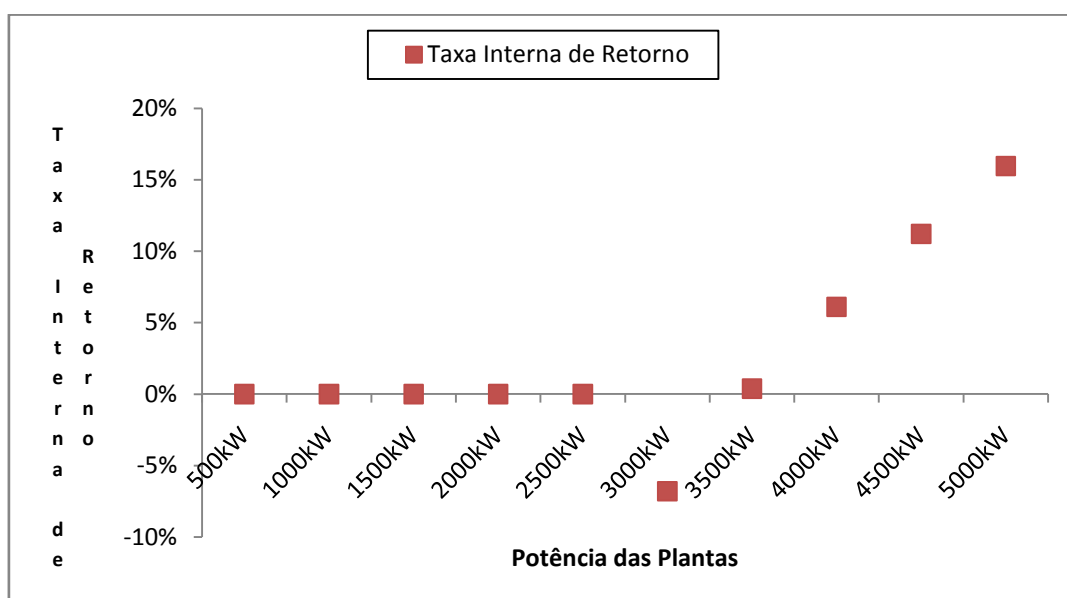


Figura 5.8 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta

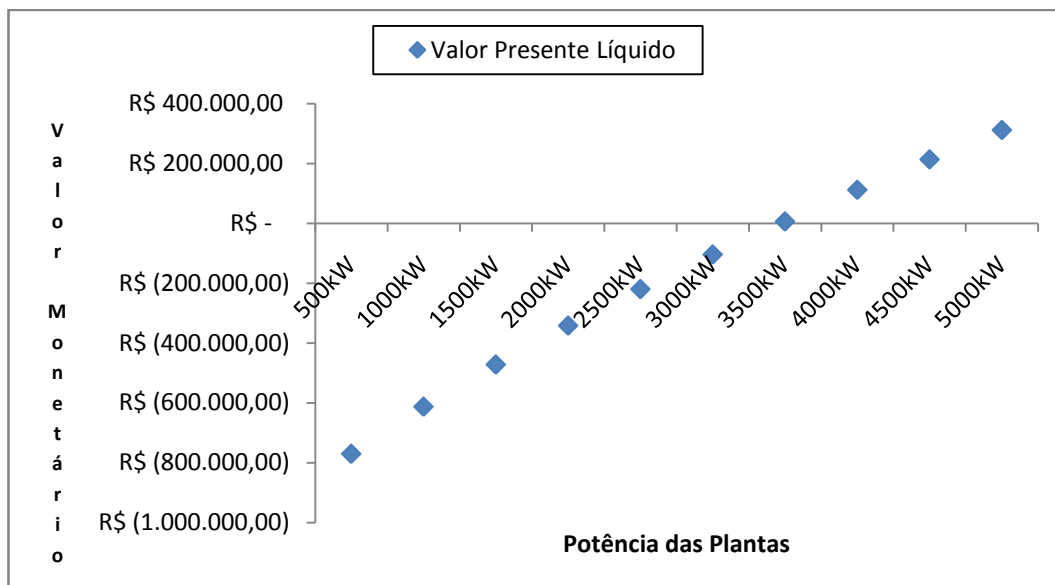


Figura 5.9 - Valor Presente Líquido por potência de planta

O valor da TIR identificado para o tempo de retorno descontado foi de 6% e o valor do VPL foi de R\$ 112.500

5.4.4 Cenário 4: 20 US\$/tonCO₂e com substituição de diesel

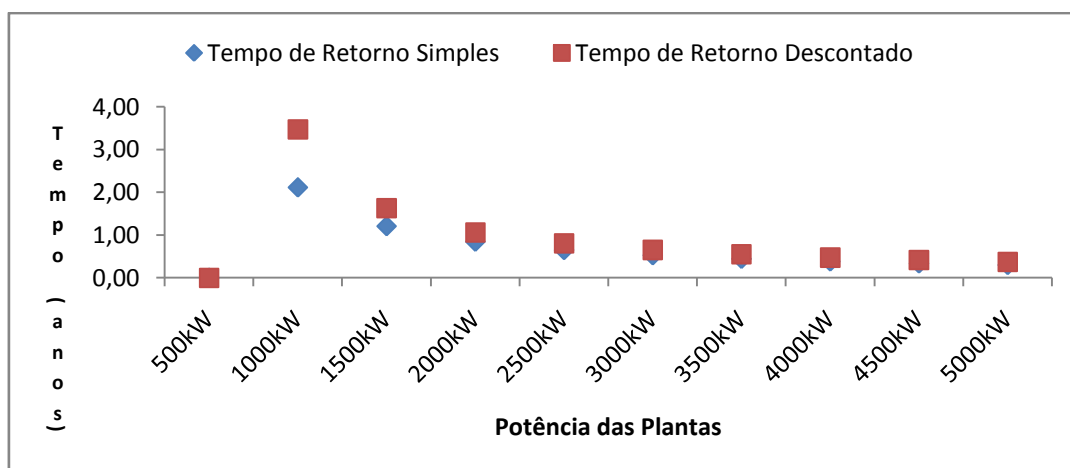


Figura 5.10 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta

Para o valor de RCEs vendidos 20US\$/tonCO₂e e que substituam a geração diesel as plantas de potência acima de 1000 kW apresentaram um tempo de retorno simples e descontado dentro do que foi estabelecido no cálculo.

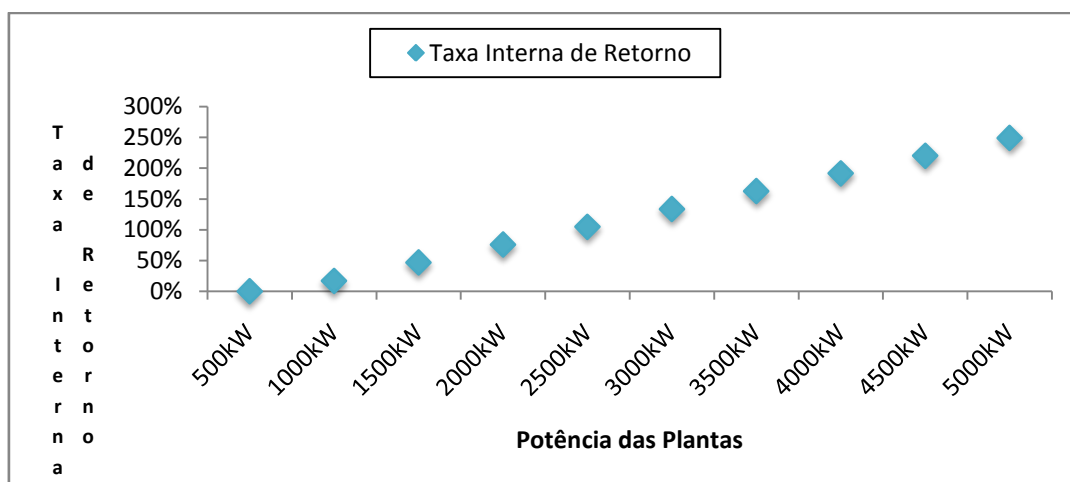


Figura 5.11 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta

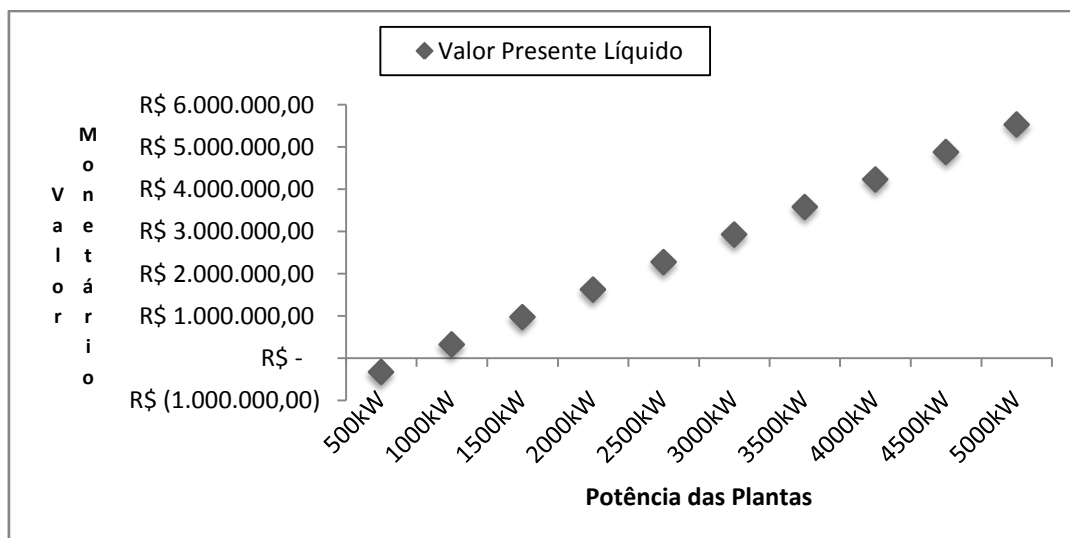


Figura 5.12 - Valor Presente Líquido por potência de planta

O valor da TIR identificado para o tempo de retorno descontado foi de 17% e o VPL valor do VPL foi de R\$ 328.800

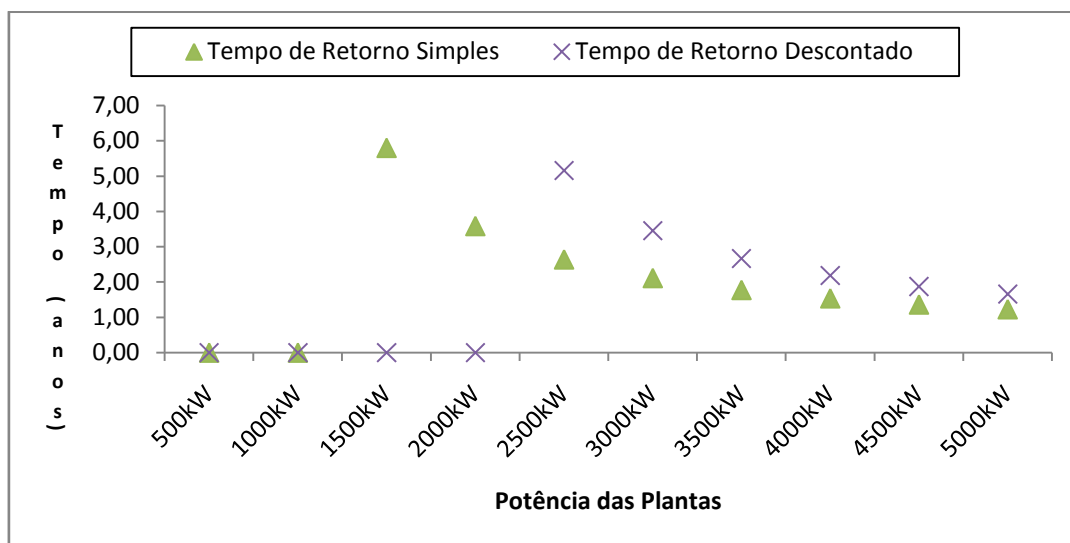
5.4.5 Cenário 5: 30 US\$/tonCO₂e sem substituição de diesel

Figura 5.13 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta

Para o valor de RCEs vendidos 30US\$/tonCO₂e e que não substituam a geração diesel as plantas de potência acima de 2500 kW apresentaram um tempo de retorno dentro do que foi estabelecido no cálculo, as plantas de potência que apresentaram seu tempo de retorno acima de 1500 kW foram descartadas pelo fato de não levarem em consideração a utilização da taxa de desconto.

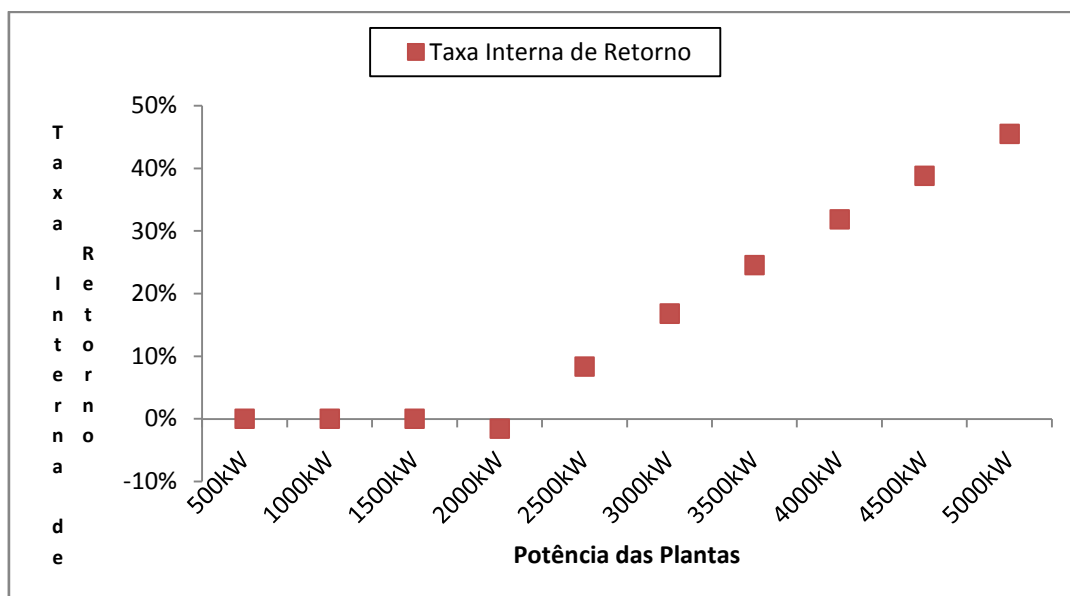


Figura 5.14 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta

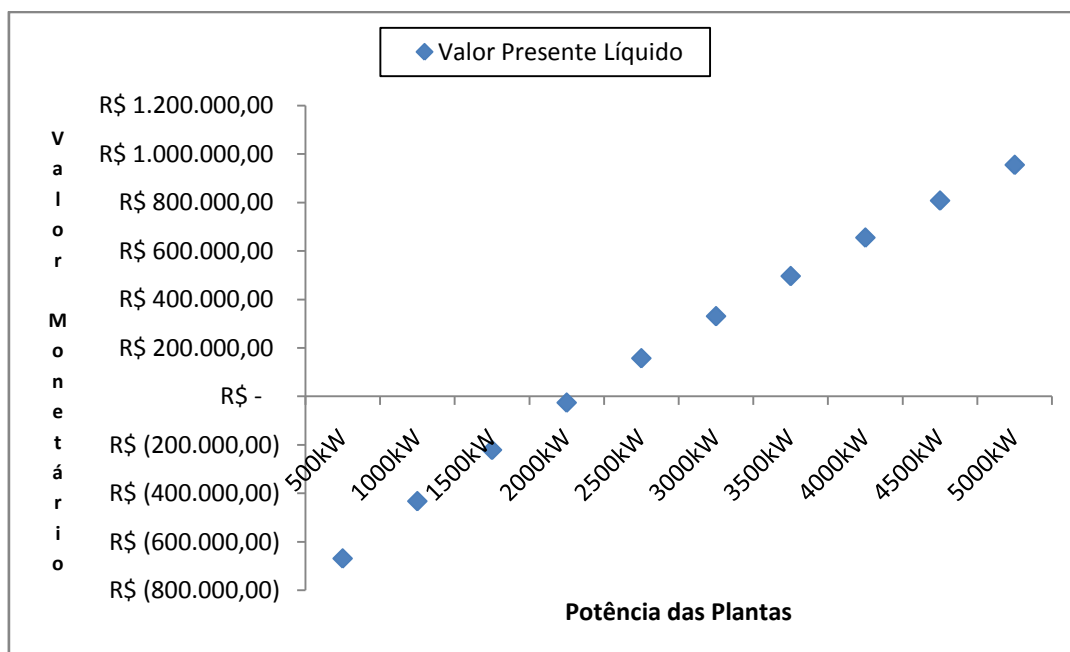


Figura 5.15 - Valor Presente Líquido por potência de planta

O valor da TIR identificado para o tempo de retorno descontado foi de 8% e o VPL valor do VPL foi de R\$ 158.000

5.4.6 Cenário 6: 30 US\$/tonCO₂e com substituição de diesel

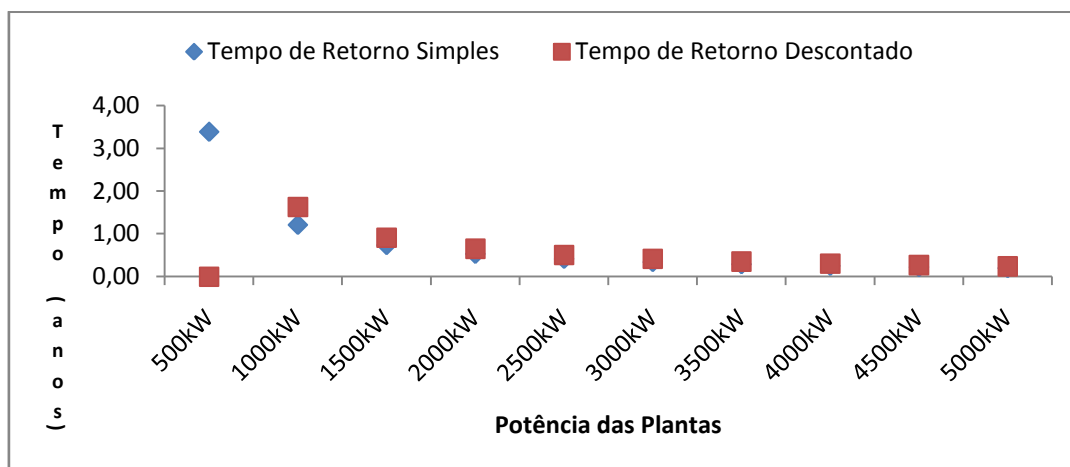


Figura 5.16 - Tempo de retorno simples de descontado do investimento por potência de planta

Para o valor de RCEs vendidos 30US\$/tonCO₂e e que substituam a geração diesel as plantas de potência acima de 1000 kW apresentaram um tempo de retorno dentro do que foi estabelecido no cálculo, as plantas de potência que apresentaram seu tempo de retorno acima de 500 kW foram descartadas pelo fato de não levarem em consideração a utilização da taxa de desconto.

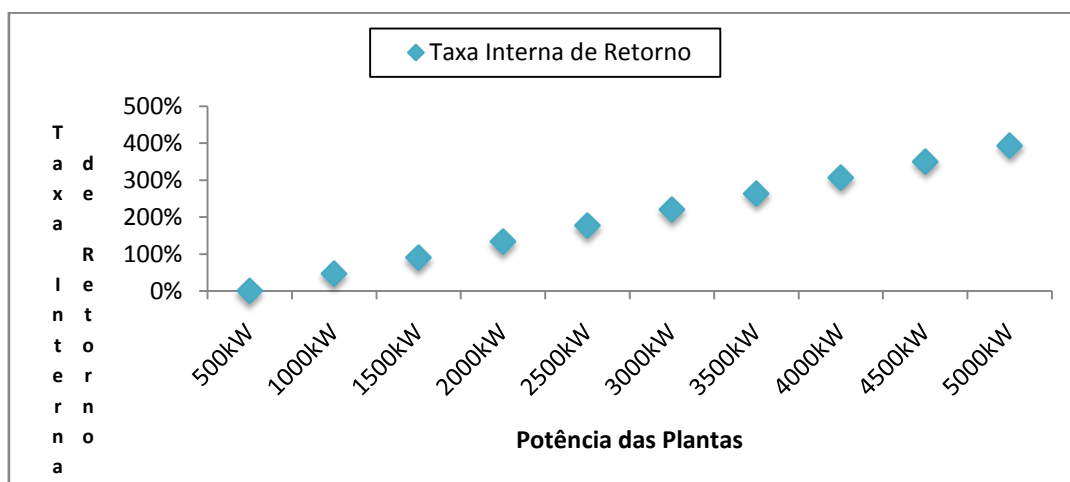


Figura 5.17 - Taxa Interna de Retorno do investimento por potência de planta

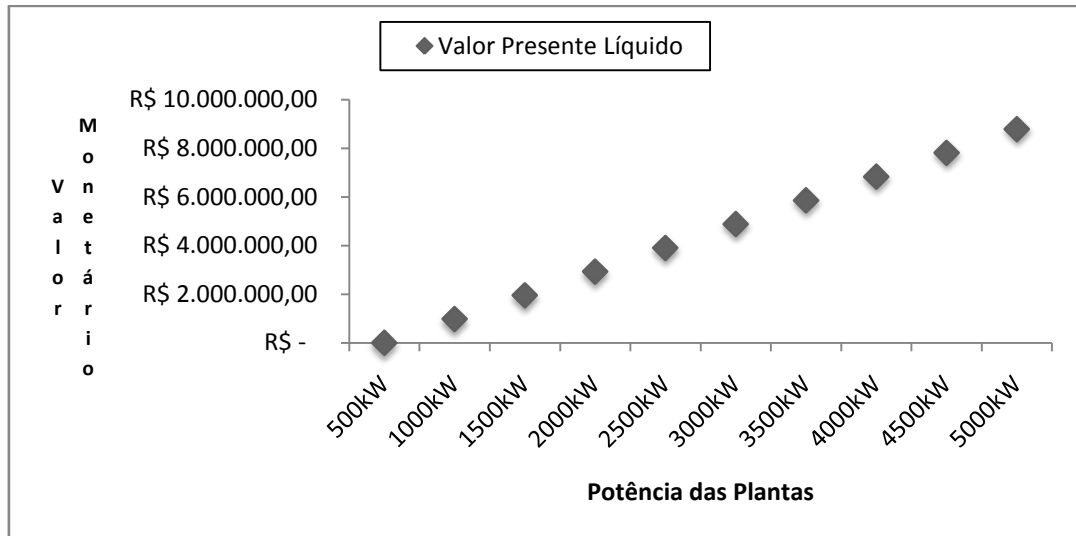


Figura 5.18 - Valor Presente Líquido por potência de planta

O valor da TIR identificado para o tempo de retorno descontado foi de 47% e o VPL valor do VPL foi de R\$ 979.600

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para as considerações apresentadas neste trabalho, levando em consideração os cenários para projetos de MDL que substituam geração diesel e projetos que não substituam geração diesel, tendo como variação o valor do preço de comercialização dos créditos advindos com a venda das reduções certificadas de emissões considerando a cotação do dólar em R\$ 2,25 são apresentados na Tabela 6.1:

Tabela 6.1 – Estimativa de emissões potência da planta

CENÁRIO	DESCRIÇÃO	Potência Mínima (kW)
1	Sem Substituição de Geração Diesel	-
2	Com Substituição de Geração Diesel	2000
3	Sem Substituição de Geração Diesel	4000
4	Com Substituição de Geração Diesel	1000
5	Sem Substituição de Geração Diesel	2500
6	Com Substituição de Geração Diesel	1000

O Tempo de Retorno Simples apresentou divergência com relação ao tempo de retorno descontado nos cálculos em que o valor tanto da TIR quanto o do VPL entre os valores mínimos de atratividade identificados, porém devido o tempo de retorno simples não levar em consideração as incertezas do modelo seus resultados foram descartados.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rotina de cálculos para analisar a viabilidade econômica de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para indústrias florestais se mostrou bem estável e de fácil manipulação das informações, uma vez que apenas uma planilha precisa ser alimentada para rodar os cálculos;

Os altos custos para se obter a certificação do ciclo de projetos e o preço considerado baixo pago pelas RCEs dificultam a viabilidade deste tipo de projeto.

O Banco de Projetos da BM&F se mostra como um bom instrumento de exposição para projetos de MDL criando uma oportunidade de futuros negócios com créditos de carbono;

A evolução dos preços dos RCEs, decorrente da aproximação do cumprimento das metas estabelecidas pelo Protocolo de Quioto, podem aumentar ainda mais a atratividade econômica deste tipo de empreendimentos;

As fontes de financiamento criadas para projetos de MDL podem estimular este tipo empreendimento;

Se for levado em consideração o aumento da receita com a venda e/ou economia da energia o MDL pode servir como um incremento na viabilidade ou não em usinas de co-geração;

A variação na cotação do RCE's pode viabilizar ainda mais este tipo de empreendimento, demonstrando como uma pequena variação nas variáveis do projeto podem ser significantes para este tipo de empreendimento;

O uso de subsídios como o da sub-rogação do CCC (Conta Consumo Combustível) ou outro subsídio podem viabilizar significativamente os projetos de biomassa energética para sistemas isolados, que geralmente são abastecidos por motores diesel no Estado do Pará;

O empacotamento de projetos de MDL pode funcionar como uma alternativa para a viabilização de pequenos projetos de MDL, uma vez que se consegue a soma das emissões de vários projetos considerando-se os custos de um único DCP;

A elaboração de outros trabalhos contendo gráficos ou tabelas sobre o consumo de biomassa ou a eficiência de ciclos de co-geração iria aproximar muito os cálculos do consumo por parte das plantas de potência.

REFERÊNCIAS

BC- Banco Central do Brasil. **Circular Diretoria Colegiada do Banco Central do Brasil nº 3.319 de 03.04.2006**. Disponível em: < www.deloitte.com.br/publicacoes/2006all/052006/bacen/cir3319.pdf >. Acesso em: 19 Ago. 2008.

BILLER, Dan. GOLDEMBERG, José. **Efeito Estufa e a Convenção Sobre Mudança do Clima**. Brasília. 1999

BRIDGWATER , A. V. **The technical and economic feasibility of biomass gasification for power generation**. Elsevier Science Ltd. Birmingham.1995.

CEBDS- Conselho Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (2001) – **“Mercado de Carbono”**. Disponível em: < <http://www.cebds.org.br/cebds/mcpublicacoes.asp> .>. Acesso em: 12 mar. 2007.

CGEE- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Manual de Capacitação sobre Mudanças Climáticas e Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. Brasília. 2008.

CIMGC- Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. **Resolução nº 3, de 24 de março de 2006**. Disponível em: < http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/docs/resolucoes_comissao/resolucao_3.pdf >. Acesso em: 15 Ago. 2008.

EIA- Energy Information Administration - U.S. Department of Energy. **“International Energy Outlook - 2006”**. Disponível em: < <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html> .>. Acesso em: 12 mar. 2007.

GEEA- Geradora de Energia Elétrica Alegrete Ltda. **Documento de Concepção de Projeto– GEEA de Central Elétrica de Biomassa de**

5 MW, 2007. Disponível em <
http://accessibilidade.mct.gov.br/index.php/content/view/full/58220.html?site_Fonte=5>. Acessado em 19 Mai. 2007.

ICHIHARA, Jorge de Araujo; DUARTE André Montenegro. Viabilidade Econômica in RENDEIRO, Gonçalo (Coord). **COMBUSTÃO E GASIFICAÇÃO DE BIOMASSA SÓLIDA Soluções Energéticas para a Amazônia**. MME-PUD-UFPA-Fadusp. Brasília. 2008

IPCC- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Consolidated methodology I.D. Grid connected renewable electricity generation 2006**. Disponível em: <
http://cdm.unfccc.int/usermanagement/filestorage/cdmwf_am_2ghdc30tpdjk04ls07sy07x9mfzrg5>. Acesso em: 15 Jun. 2007.

KNEBEL, Almiro José. **Eficiência Energética no Segmento Empresarial: Um Enfoque a Mitigação de Gases de Efeito Estufa**. Dissertação apresentada a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul para obtenção do Título de mestre em Engenharia Elétrica. Porto Alegre. 2003

LELLIS, Mauro Maia. **Fontes alternativas de energia elétrica no contexto da Matriz Energética Brasileira: meio ambiente mercado e aspectos jurídicos 2007**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia) Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI – Minas Gerais, 2007;

LOPES, Ignez Vidigal. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: Guia de Orientação**. Rio de Janeiro : Fundação Getulio Vargas, 2002.

MAGRINI, Alessandra (Coord). ROSA Luiz Pinguelli. XAVIER Edna Elias. SANTOS Marco Aurélio dos, **Monitoração de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Usinas Termelétricas no Brasil – Fase de Diagnóstico**. Rio de Janeiro. 2001.

MCT- Ministério da Ciência e Tecnologia; MME-Ministério de Minas e Energia. **Cálculo dos Fatores de Emissão de CO₂ pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil**. 2007. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77225.html> >. Acesso em: 15 Jun. 2007.

MDL- **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. 2007 Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30318.html> >. Acesso em: 17 jan. 2008.

MME- Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica : 2006-2015**. EPE. Brasília. 2006.

NOGUEIRA, Manoel Fernandes Martins; RENDEIRO, Gonçalo. **Caracterização Energética da biomassa Vegetal** in RENDEIRO, Gonçalo (Coord.). **COMBUSTÃO E GASIFICAÇÃO DE BIOMASSA SÓLIDA Soluções Energéticas para a Amazônia**. MME-PUD-UFPA-Fadesp. Brasília. 2008

OLIVEIRA, Antonio Geraldo de Paula; NETTO, Genésio Batista Feitosa; NOGUEIRA, Manoel Fernandes Martins; et al. **Análise Imediata de Biomassas Amazônicas**. ENCIT. Curitiba. 2006.

PADILHA, Jessé Luís; LEÃO, Anderson Oliveira. **Diagnóstico do potencial energético das empresas madeireiras e estimativas dos custos de transporte de biomassa para comunidades isoladas no estado do Pará.** Trabalho de Conclusão de Curso, 2006 (Departamento de Engenharia Mecânica) Universidade Federal do Pará- UFPA- Belém, 2006;

REIS, Lineu Bélico; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Elias. **Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável.** Manole. Barueri. 2005

RENDEIRO, Gonçalo. **Centrais Térmicas a Vapor: combustão e ciclo Rankine** in RENDEIRO, Gonçalo (Coord.). **COMBUSTÃO E GASIFICAÇÃO DE BIOMASSA SÓLIDA Soluções Energéticas para a Amazônia.** MME-PUD-UFPA-Fadesp. Brasília. 2008

SANQUETTA, Carlos Roberto. **Material de apoio do curso de Créditos de Carbono Base Científica Formulação de Projetos.** Belém. 2008

VERÍSSIMO, A et al, **Pólos Madeireiros do Estado do Pará.** IMAZON, Belém, 2002

ZENI, André. **Curso Básico de Engenharia de Avaliações,** ABDE, Rio de Janeiro. 1996

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)