

ANÁLISE DOS VÍNCULOS ENTRE OS CERTIFICADOS VERDES E O MECANISMO
DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – A PERSPECTIVA DE APLICAÇÃO DE
CERTIFICADOS VERDES NO BRASIL

Robson Ribeiro Rangel dos Santos

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Aprovada por:

Prof. Alexandre Salem Szklo, D.Sc.

Prof. Claude Adélia Moema Jeanne Cohen, D.Sc.

Dr. Ricardo Cunha da Costa, D.Sc.

Prof. Roberto Schaeffer, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

ABRIL DE 2005

SANTOS, ROBSON RIBEIRO RANGEL DOS

Análise dos Vínculos entre os Certificados Verdes e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – A Perspectiva de Aplicação de Certificados Verdes no Brasil [Rio de Janeiro] 2005

XIII, 121p. 29,7cm (UFRJ/COPPE, M.Sc., Planejamento Energético, 2005)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

1. Certificados verdes
2. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
3. Fontes renováveis de energia
4. Economia do meio ambiente

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado ao meu filho, Júnior, minha maior fonte de inspiração.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho deve-se em grande parte ao apoio e pela saudável pressão exercida pela minha mãe, Linda, que sempre pareceu saber que eu conseguiria concluir mais esta etapa. Também foi fundamental a compreensão de minha esposa, Vera, por todos os meus momentos de ausência, necessários para a redação desta dissertação.

Agradeço também aos meus orientadores, Alexandre Szklo e Claude Cohen, pelo fato de se mostrarem sempre tão solícitos e por terem acreditado que eu poderia concluir esta dissertação, mesmo tendo começado a redigir o trabalho “aos quarenta e cinco minutos do segundo tempo”.

Agradeço ao professor Roberto Schaeffer pelos esclarecimentos sobre o MDL, que foram cruciais na fase de conclusão da dissertação. Da mesma forma, gostaria de agradecer aos demais professores do Programa pela excelente qualidade das aulas ministradas, que certamente me fizeram crescer pessoal e profissionalmente. Ficam aqui também os meus agradecimentos aos funcionários da parte administrativa do Programa, em especial à Sandra, por ter me quebrado tantos galhos.

Finalmente, agradeço àqueles que mesmo não tendo sido mencionados aqui, contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

“Futuramente, é possível que os nativos desses países se tornem mais fortes, ou os da Europa mais fracos, e os habitantes de todas as diversas regiões do mundo possam chegar àquela igualdade de coragem e força, que, inspirando temor mútuo, constitui o único fator capaz de intimidar a injustiça das nações independentes e transformá-la em certa espécie de respeito pelos direitos recíprocos”.

(Adam Smith, A riqueza das nações)

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ANÁLISE DOS VÍNCULOS ENTRE OS CERTIFICADOS VERDES E O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – A PERSPECTIVA DE APLICAÇÃO DE CERTIFICADOS VERDES NO BRASIL

Robson Ribeiro Rangel dos Santos

Abril/2005

Orientadores: Alexandre Salem Szklo

Claude Adélia Moema Jeanne Cohen

Programa: Planejamento Energético

O objetivo deste trabalho é verificar a aplicabilidade do mercado de certificados verdes no Brasil para promoção de fontes renováveis de energia. Para tanto é realizada uma análise dos vínculos entre os certificados verdes e o mecanismo de desenvolvimento limpo (CDM). Também são apresentados neste trabalho os mercados de certificados verdes de quatro países: Estados Unidos, Holanda, Reino Unido e Dinamarca. Além disso, é descrito o panorama atual da utilização de fontes renováveis e as principais políticas de incentivo existentes no Brasil. Foi verificado que existe um potencial para expansão das fontes renováveis de energia no País através da combinação do mercado de certificados verdes, MDL e PROINFA.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ANALYSIS OF THE LINKS BETWEEN GREEN CERTIFICATES AND CLEAN
DEVELOPMENT MECHANISM – THE PROSPECT OF GREEN CERTIFICATES USE
IN BRAZIL

Robson Ribeiro Rangel dos Santos

April/2005

Advisors: Alexandre Salem Szklo

Claude Adélia Moema Jeanne Cohen

Department: Energy Planning

This work aims to verify the applicability of the green certificates market for supporting renewable energy sources in Brazil. In order to meet this goal, an analysis of the links between green certificates and Clean Development Mechanism (CDM) is done. The tradable green certificates markets of four countries, United States, The Netherlands, United Kingdom and Denmark are presented in this dissertation. Furthermore, the overview of renewables energy sources use in Brazil and the major policies for supporting these energy sources in the country are also presented in this work. It was verified that the combination of tradable green certificates market, CDM and PROINFA may increase the renewables energy sources use in Brazil.

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 O PROBLEMA	05
1.2 MOTIVAÇÃO	06
1.3 OBJETIVOS	06
1.4 ORGANIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	07
2 EXTERNALIDADES AMBIENTAIS E CONTROLE DA POLUIÇÃO	09
2.1 EXTERNALIDADES E CUSTOS DE TRANSAÇÃO	09
2.2 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL	14
2.2.1 Normas (aplicação de multas)	15
2.2.2 Taxas sobre emissões	17
2.2.3 Subsídios	18
2.2.4 Certificados negociáveis de poluição	20
3 O PROTOCOLO DE QUIOTO	23
3.1 HISTÓRICO	23
3.2 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO	30
3.2.1 Linhas de base	31
3.2.2 Estrutura institucional	35
3.2.3 Adicionalidade	36
3.2.4 O ciclo do projeto	38
3.3 REDUÇÕES CERTIFICADAS DE EMISSÕES	41
3.4 PERSPECTIVAS PARA O PROTOCOLO DE QUIOTO	44

4 O PAPEL DOS CERTIFICADOS VERDES NEGOCIÁVEIS NA PROMOÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA	49
4.1 OS CERTIFICADOS VERDES NEGOCIÁVEIS	49
4.1.1 O mercado de certificados verdes	50
4.2 REFLEXÃO SOBRE O EFEITO COMBINADO DOS MERCADOS DE CERTIFICADOS VERDES E DE CARBONO NA PROMOÇÃO DE RENOVÁVEIS	56
5 MERCADOS NACIONAIS DE CERTIFICADOS VERDES NO MUNDO	68
5.1 ESTADOS UNIDOS	69
5.2 HOLANDA	76
5.3 REINO UNIDO	80
5.4 DINAMARCA	85
6 ESTUDO DA APLICABILIDADE DO MERCADO DE CERTIFICADOS VERDES NO BRASIL	88
6.1 PANORAMA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL E MECANISMOS DE APOIO EXISTENTES	88
6.2 APLICABILIDADE DO MERCADO DE CERTIFICADOS VERDES NEGOCIÁVEIS NO BRASIL	97
6.3 ANÁLISE DO(S) MECANISMO(S) DE APOIO A ENERGIA RENOVÁVEL MAIS ADEQUADO(S) PARA O CASO BRASILEIRO	106
7 CONCLUSÕES	109
REFERÊNCIAS	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equilíbrio de mercado na ausência de externalidades	10
Figura 2: Equilíbrio de mercado na presença de externalidades positivas	11
Figura 3: Equilíbrio de mercado na presença de externalidades negativas	12
Figura 4: Alocação eficiente de recursos através da regulação	16
Figura 5: Alocação eficiente de recursos através das taxas pigouvianas	17
Figura 6: Alocação eficiente de recursos através de subsídios	19
Figura 7: O mercado de certificados verdes	52
Figura 8: Divisão do custo total de desenvolvimento de renováveis sem a introdução de um sistema de permissões negociáveis	59
Figura 9: Divisão do custo total de desenvolvimento de renováveis com a introdução de um sistema de permissões negociáveis baseado em <i>grandfathering</i>	60
Figura 10: Custos de redução para o produtor em um sistema de permissões baseado em <i>grandfathering</i>	61
Figura 11: Custos de redução para o produtor em um sistema de permissões baseado em leilões	63
Figura 12: Divisão do custo total de desenvolvimento de renováveis com a introdução de um sistema de permissões negociáveis baseado em leilões	64
Figura 13: Matriz Energética Brasileira (2002)	89
Figura 14: Matriz Brasileira de Energia Elétrica 2002 (% em potência)	90
Figura 15: Evolução da estrutura de participação de renováveis no Brasil	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ciclo do projeto MDL	38
Tabela 2 - Tipos de projetos elegíveis para o MDL	40
Tabela 3 - Visão geral do RPS por estados norte-americanos	73
Tabela 4 - Participação das fontes contempladas no PROINFA no Cenário Base	96
Tabela 5 - Participação das fontes contempladas no PROINFA no Cenário Alternativo	96

LISTA DE SIGLAS

ACORD	<i>Advisory Council on Research and Development for Fuel and Power</i>
AIJ	<i>Activities Implemented Jointly</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APS	<i>Ambient Permit System</i>
BEN	Balanço Energético Nacional
BM&F	Bolsa de Mercadorias & Futuros
CCL	<i>Climate Change Levy</i>
COP	Conferência das Partes
COPPE	Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia - Instituto Alberto Luiz Coimbra
EPS	<i>Emissions Permit System</i>
GCE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
GEE	Gases de Efeito Estufa
GWP	<i>Global Warm Potential</i>
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LEC	<i>Levy Exemption Certificate</i>
MAED	<i>Model for Analysis of Energy Demand</i>
MAP	<i>Milieu Actie Plan</i>
MBRE	Mercado Brasileiro de Redução de Emissões
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MEP	<i>Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie</i>
MESSAGE	<i>Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact</i>
MME	Ministério de Minas e Energia
NEPA	<i>National Environmental Policy Act</i>
NFFO	<i>Non-Fossil Fuel Obligation</i>
NFPA	<i>Non-Fossil Fuel Purchasing Authority</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OFGEM	<i>Office of Gas and Electricity Markets</i>
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PO	<i>Pollution Offset System</i>
PPE	Programa de Planejamento Energético

PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PURPA	<i>Public Utility Regulatory Policy Act</i>
RCE	Redução Certificada de Emissões
REB	<i>Regularend Energiebelasting</i>
RECS	<i>Renewable Energy Certificate System</i>
RO	<i>Renewables Obligation</i>
ROC	<i>Renewables Obligation Certificate</i>
RPS	<i>Renewables Portfolio Standard</i>
SIN	Sistema Interligado Nacional
TEP	<i>Tradable Emission Permits</i>
TREC	<i>Tradable Renewable Energy Credit</i>
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>

1 INTRODUÇÃO

Particularmente no campo das atividades produtivas, foi no século XX que foram percebidas as conseqüências ambientais do advento da Revolução Industrial iniciada no século XVIII. Esta revolução estabeleceu uma nova economia, baseada em alto consumo de recursos não renováveis. A magnitude da punção exercida pelas sociedades humanas sobre o meio ambiente, sua “pegada ecológica¹” (*ecological footprint*), resulta do tamanho da população multiplicado pelo consumo per capita de recursos naturais, dada a tecnologia (ROMEIRO, 2001).

Foi também no século XX, nos países industrializados, que teve início a transição desta sociedade industrial para uma sociedade pós-industrial, com a conseqüente redução da importância dos fatores materiais para o crescimento econômico. Entra-se, portanto, na era da “desmaterialização” na qual, devido principalmente às mudanças tecnológicas, manifesta-se uma cisão entre o crescimento do PIB e consumo de recursos materiais por unidade de produto (MAGRINI, 2001).

Tem-se observado, nos países desenvolvidos, que à medida com que a renda cresce, as preferências dos consumidores tendem a transferir-se para o consumo de serviços, cuja quantidade de material embutida para sua oferta é naturalmente inferior, se comparados à maior parte dos bens produzidos (COHEN, 2002).

O período compreendido entre 1970-1985 foi particularmente favorável à desmaterialização, também devido as crises do petróleo ocorridas em 1973 e 1979 que aumentaram o preço do petróleo e seus derivados (GERELLI, 1999). Atualmente, 72% do PIB dos Estados Unidos é fornecido pela indústria de serviços, enquanto na Itália esta porcentagem é cerca de 10% menor, ainda assim maior que a metade do PIB (GERELLI, 1999).

¹ O conceito de “pegada ecológica” é baseado na idéia de que para a maioria dos tipos de consumo material e energético corresponde uma área mensurável de água e de terra nos diversos ecossistemas que deverá fornecer os fluxos de recursos naturais necessários para cada tipo de consumo, bem como a capacidade de assimilação dos rejeitos gerados (ROMEIRO, 2001).

Esta ainda não é a realidade dos países em desenvolvimento, que devem, portanto, no sentido de reduzir os impactos da atividade humana sobre o meio ambiente, ser auxiliados a trilhar um caminho de desenvolvimento diferente do já percorrido pelos países industrializados, uma vez que dada a escassez de recursos e o tamanho de sua população, a marca de sua “pegada ecológica” seria muito mais significativa.

Se desde meados da década de 50 do século XX os países industrializados se defrontam com a transição anteriormente mencionada, foi na década de 70 deste mesmo século que a problemática ambiental entrou no cerne da discussão da sociedade civil. A promulgação da *National Environmental Policy Act*² (NEPA) em 1969, e a Conferência de Estocolmo em 1972 foram os grandes marcos destas mudanças. Seguindo a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente em 1972, muitos países incorporaram considerações ambientais em suas constituições (TIETENBERG,1998).

A percepção de que a era anterior à sociedade pós-industrial trouxe um significativo passivo ambiental para o planeta foi fator chave para o surgimento de correntes de pensamento em torno da questão ambiental e o futuro da humanidade. De acordo com o modelo pessimista básico³ formulado por MEADOWS et al. (1972), e atualizado por MEADOWS e RANDERS (1992), caso não houvesse nenhuma mudança maior nos padrões de produção e consumo, em menos de 100 anos a sociedade ficaria sem recursos não renováveis necessários à base industrial, e esta exaustão de recursos conseqüentemente levaria ao colapso do sistema econômico.

² Lei que estabeleceu a política ambiental norte-americana.

³ Modelo para simular o futuro onde foi considerado o crescimento demográfico exponencial e fixada a base de recursos naturais não renováveis.

No modelo otimista básico formulado por KAHN et al. (1976), também foi considerada uma base fixa de recursos naturais não renováveis, contudo tratava-se de modelo qualitativo que sugeria alternativas tecnológicas para problemas de escassez de alimentos (técnicas de irrigação, fertilização, etc.), de falta de solo (hidroponia) e de falta de energia (energia solar, nuclear, etc.).

Na década de 1990, a questão das mudanças climáticas globais ganhou maior repercussão, e a partir de então, as fontes renováveis de energia passaram a ter relevância não apenas no combate ao problema da escassez de recursos não renováveis, mas também na redução da emissão de gases de efeito estufa.

O alarme dado pela comunidade científica sobre os impactos da atividade humana sobre o clima (IPCC, 1990) levou a assinatura de uma convenção internacional denominada “Convenção-Quadro das Mudanças Climáticas Globais⁴” durante a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente realizada no Rio de Janeiro em 1992.

A Convenção foi ratificada por 182 países e entrou em vigor em 21 de março de 1994 com o objetivo de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático (CONVENÇÃO DO CLIMA, 1995).

Em 1997, durante as negociações ocorridas entre os países signatários da Convenção-Quadro, foi celebrado o Protocolo de Quioto, acordo internacional para redução de emissões de gases de efeito estufa (CAMPOS, 2001). O Brasil teve um papel relevante nestas negociações, o que pode ser constatado pelo fato de um dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto – o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) – ter surgido da proposta brasileira de criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo.

⁴ *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*

Com o MDL, os países com metas de redução de emissão de gases de efeito estufa podem adquirir unidades de redução de emissão através do financiamento de projetos realizados em países em desenvolvimento.

Com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, ocorrida em 16 de fevereiro de 2005, crescem as oportunidades para que os países em desenvolvimento caminhem rumo ao desenvolvimento sustentável através de projetos de MDL. Segundo relatório da UNIDO (2003), o Brasil possui um grande potencial para implementação de projetos de MDL nas áreas de eficiência energética e substituição de combustíveis fósseis nos setores industrial e de energia.

Neste sentido um importante papel está reservado às fontes renováveis de energia para o sucesso destes empreendimentos, pois na maior parte dos casos sua utilização pode reduzir emissões de gases de efeito estufa, colaborando na solução do problema das mudanças climáticas globais. Além disso, a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia pode auxiliar na internalização de externalidades negativas, trazendo benefícios sociais e ambientais, como a geração de empregos e a redução de poluição local.

Um outro aspecto importante do incentivo ao uso de fontes renováveis de energia diz respeito à busca da segurança energética. No caso brasileiro, há o exemplo do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado em decorrência da crise de energia elétrica ocorrida no País em 2001 com o objetivo de diversificar a matriz energética brasileira (CAVALIERO e SILVA, 2005).

No cenário internacional, temos o exemplo do petróleo nos Estados Unidos, que embora não participe da matriz de energia elétrica, é a principal fonte de energia utilizada (KITTLER, 2003). O setor de transportes, inteiramente dependente de petróleo, é o principal consumidor de energia, respondendo por cerca de 40,7% do consumo total em 1999 (IEA apud KITTLER, 2003) .

O declínio da produção de petróleo e o aumento do consumo, forçaram os Estados Unidos a se tornar um importador líquido de petróleo na última década (KIT-

TLER, 2003), trazendo vulnerabilidade ao seu sistema econômico e aumentando a relevância das políticas de incentivo aos renováveis, dado que grande parte das reservas mundiais de petróleo encontra-se no Oriente Médio, território marcado por constantes conflitos. Além disso, problemas com outros fornecedores internacionais, como os ocorridos no ano de 2004 (instabilidade política da Venezuela, greves na Nigéria, e crise entre o governo russo e a empresa petrolífera Yukos), conseqüentemente provocam instabilidade nos preços, e podem em caso extremo levar à interrupção do fornecimento.

1.1 O PROBLEMA

Dada a relevância da introdução de fontes renováveis de energia na matriz energética, seja para reduzir os níveis de poluição ambiental local e global (principalmente no que diz respeito a redução de emissões de GEE), seja como forma de buscar a segurança energética, através da diversificação da matriz de energia e da proposição de alternativas para a dependência de combustíveis fósseis, somada ao fato de que atualmente a maioria das tecnologias de fontes renováveis de energia não possui competitividade suficiente para garantir sua entrada no mercado sem o auxílio de mecanismos de incentivo, é importante que sejam estudadas as possíveis alternativas para adoção destes incentivos, seja através de legislação e normas, de mecanismos orientados ao mercado, ou mesmo da combinação entre ambos.

1.2 MOTIVAÇÃO

Procura-se com este trabalho analisar alguns instrumentos econômicos que promovam a utilização de fontes renováveis de energia no Brasil, com ênfase na possível aplicação de um mercado de certificados verdes, e eventuais oportunidades econômicas que surjam em decorrência de sua utilização.

Esta análise é fruto da percepção do papel-chave exercido por estas fontes de energia na melhoria das condições ambientais locais (e.g. redução da poluição local) e globais (e.g. redução do aquecimento global através da diminuição das emissões de GEE) e também na busca da segurança no abastecimento de energia, através da diversificação da matriz energética.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo analisar a aplicabilidade no Brasil de um dos instrumentos econômicos de controle da poluição que é o mercado de certificados verdes, assim como sua relação com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, com enfoque no papel de sua utilização no apoio de políticas de promoção de fontes renováveis de energia.

Busca-se ainda com esse trabalho, verificar qual mecanismo para promoção de fontes renováveis de energia seria o mais adequado ao caso brasileiro. Para alcançar tais objetivos são discutidos os mercados de certificados verdes implantados nos Estados Unidos, Holanda, Reino Unido e Dinamarca, assim como também são apresentados o panorama brasileiro de utilização de fontes renováveis de energia e as principais políticas de incentivo aos renováveis existentes no País.

1.4 ORGANIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Na busca dos objetivos propostos o presente trabalho foi organizado da seguinte forma:

Na Introdução é realizada a apresentação do trabalho, contextualizando-o e expondo a motivação, o problema e os objetivos para a produção do mesmo, além de serem definidas a delimitação e forma de organização do trabalho.

O segundo capítulo traz uma discussão sobre as externalidades ambientais e alguns mecanismos de controle da poluição, como as normas governamentais, taxas sobre emissões e subsídios, além de uma introdução aos certificados negociáveis de poluição.

O terceiro capítulo traz o contexto no qual o tema do presente trabalho está inserido sendo dedicado ao estudo do Protocolo de Quioto. Neste capítulo é descrito um breve histórico do Protocolo, passando por uma análise do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Além disso, também é realizada uma abordagem das perspectivas para o Protocolo de Quioto.

No quarto capítulo parte-se para uma análise mais aprofundada do papel dos certificados verdes negociáveis na promoção de fontes renováveis de energia, inclusive analisando o efeito de sua adoção combinada à do mercado de certificados de carbono.

O quinto capítulo traz um cenário dos mercados de certificados verdes no mundo, apresentando os mercados existentes em quatro países: Estados Unidos, Holanda, Reino Unido e Dinamarca. A escolha de Holanda, Reino Unido e Dinamarca foi feita a partir do fato de que estes países estão entre os sete países europeus onde estão instaladas companhias de energia e agências governamentais que, em 1998, iniciaram negociações com o objetivo de criar um mercado de certificados verdes europeu. Os Estados Unidos foram escolhidos para que se pudesse ter um exemplo de um mercado de certificados verdes fora do continente europeu e também por possuir

mercados de certificados verdes com características específicas para cada estado que adotou este mecanismo.

No sexto capítulo é realizada a análise da aplicabilidade do mercado de certificados verdes para a promoção de renováveis no Brasil. Para realização desta análise, é inicialmente apresentado o panorama atual da participação de fontes renováveis de energia na matriz energética brasileira, sendo também destacadas as políticas de incentivo às fontes renováveis de energia existentes no País. Ainda neste capítulo, é realizada uma discussão sobre qual o mecanismo de apoio aos renováveis é mais adequado ao caso brasileiro.

Finalmente, são apresentadas as conclusões obtidas no estudo.

2 EXTERNALIDADES AMBIENTAIS E CONTROLE DA POLUIÇÃO

Neste capítulo são apresentados alguns mecanismos de controle da poluição que servirão de base para análise dos mercados de certificados verdes e de carbono realizadas no quarto capítulo deste trabalho. Inicialmente são apresentados alguns fundamentos da Economia do Bem Estar, e logo em seguida, alguns instrumentos de política ambiental que podem ser utilizados para correção de falhas de mercado.

2.1 EXTERNALIDADES E CUSTOS DE TRANSAÇÃO

De acordo com o Primeiro Teorema da Economia do Bem Estar, em um mercado livre e competitivo onde não haja falhas de mercado, a alocação de recursos será eficiente de Pareto⁵. Entretanto, se as externalidades estão presentes, o resultado de um mercado competitivo não é provavelmente eficiente de Pareto (VARIAN, 1997).

Considerando a condição de equilíbrio de mercado determinada pela igualdade entre oferta e demanda, e na ausência de externalidades, teríamos o equilíbrio de mercado exposto no gráfico apresentado na figura 1. Neste gráfico, a curva de demanda corresponde à curva de benefício marginal líquido privado e a curva de oferta corresponde à curva de custo marginal privado.

⁵ Diz-se que uma distribuição de fatores de produção é ótima de Pareto se a produção não pode ser reorganizada para aumentar a produção de uma ou mais mercadorias sem diminuir a produção de outra mercadoria. (SALVATORE, 1977).

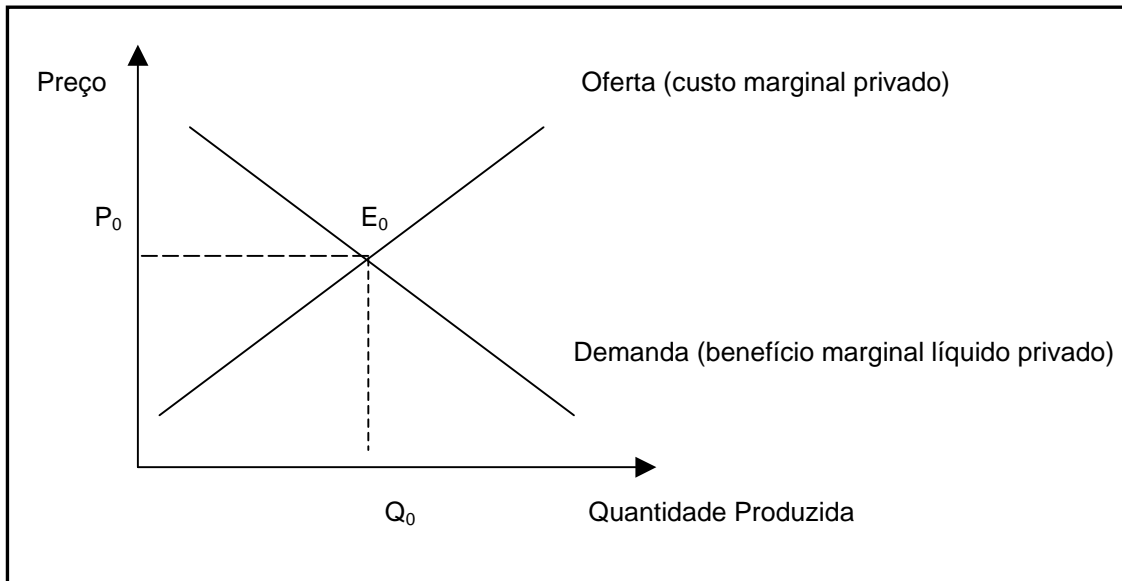


Figura 1: Equilíbrio de mercado na ausência de externalidades

Onde:

E_0 = Equilíbrio de mercado

P_0 = Preço no equilíbrio de mercado

Q_0 = Quantidade no equilíbrio de mercado

As externalidades podem ser positivas ou negativas (configurando benefícios ou custos externos), e ocorrem quando os agentes não pagam por benefícios gerados por terceiros, ou analogamente, não são compensados pelos custos externos provenientes de terceiros.

Nas figuras seguintes serão descritos os impactos das externalidades positivas e negativas no equilíbrio de mercados competitivos.

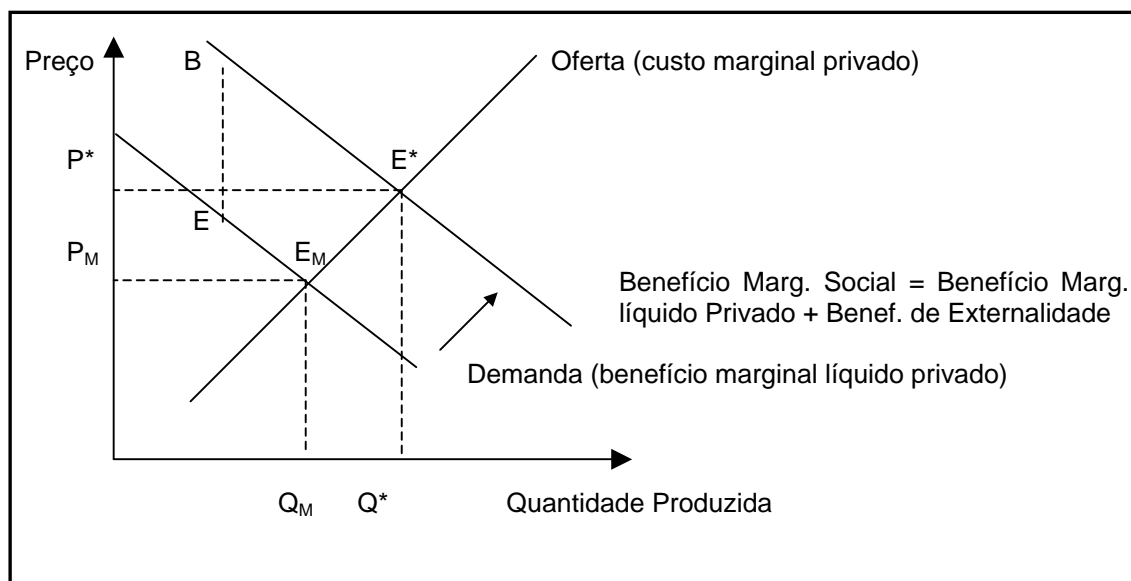


Figura 2: Equilíbrio de mercado na presença de externalidades positivas

Onde:

E^* = Equilíbrio na presença de externalidades

E_M = Equilíbrio de mercado

P^* = Preço de equilíbrio na presença de externalidades

P_M = Preço no equilíbrio de mercado

Q^* = Quantidade produzida com cômputo dos benefícios externos

Q_M = Quantidade no equilíbrio de mercado

O gráfico representado na figura 2 mostra que a presença de uma externalidade positiva leva o nível de produção associado ao equilíbrio de mercado (E_M) a um patamar inferior ao socialmente ótimo. Os benefícios externos gerados pelo investimento privado em educação constituem um exemplo prático para tal situação. Neste caso, dado que os indivíduos não são compensados pelos benefícios gerados à sociedade pelo seu aumento de escolaridade, não irão considerar em sua curva de demanda (benefício marginal) por educação, os benefícios externos derivados deste investimento, levando a uma solução onde o nível de escolaridade (Q_M), será inferior àquele que seria alcançado com o cômputo dos benefícios externos (Q^*).

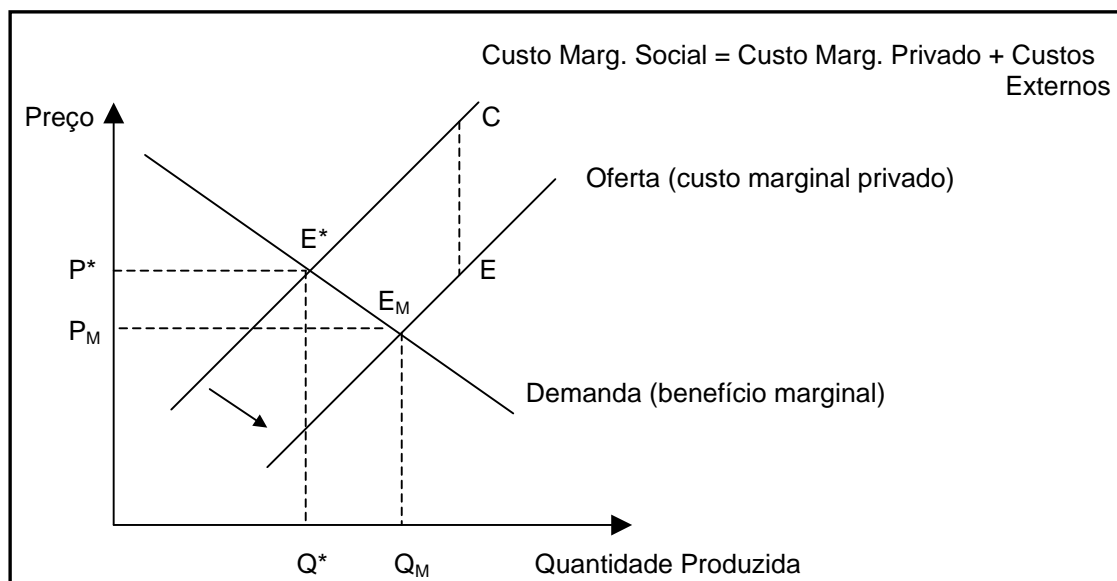


Figura 3: Equilíbrio de mercado na presença de externalidades negativas

Onde:

E^* = Equilíbrio na presença de externalidades

E_M = Equilíbrio de mercado

P^* = Preço de equilíbrio na presença de externalidades

P_M = Preço no equilíbrio de mercado

Q^* = Quantidade produzida com cômputo dos custos externos

Q_M = Quantidade no equilíbrio de mercado

O gráfico apresentado na figura 3 mostra um mercado onde há a presença de externalidades negativas. Neste mercado, a curva do custo marginal privado encontra-se em nível inferior ao nível de equilíbrio de mercado. A quantidade de poluição gerada pela produção de uma determinada empresa pode ser usada como exemplo para ilustrar tal situação. Quando a firma não considera os danos causados à sociedade em seus custos, sua curva de oferta se localiza em um patamar onde a quantidade de poluição produzida (Q_M) é maior do que a quantidade de poluição socialmente ótima (Q^*).

A alocação eficiente das externalidades pode acontecer quando os direitos de propriedade estão bem definidos. Neste contexto, e tendo por base os custos e benefícios da externalidade em questão percebidos pelos indivíduos envolvidos, as partes podem negociar a compensação a determinado agente pelos custos decorrentes da

geração da externalidade (no caso de uma externalidade positiva), ou mesmo a compensação dos indivíduos afetados pelos danos causados pela mesma (no caso de uma externalidade negativa). Este processo de negociação é descrito pelo Teorema de Coase⁶.

Contudo, no que diz respeito aos recursos ambientais, existem obstáculos à alocação eficiente alcançada através da solução por negociação descrita anteriormente. O obstáculo principal refere-se aos custos de transação que se tornam demasiadamente elevados devido ao caráter de indivisibilidade⁷ que rege os bens públicos⁸, levando a um extenso número de partes geradoras de externalidades e afetadas por elas. Para PEARCE e TURNER (1990), se os custos de transação (reunir as partes envolvidas, identificar e organizar aqueles que sofrem os danos, etc.) superam os benefícios esperados com a barganha, as partes envolvidas podem se retirar da negociação ou nem mesmo iniciá-la.

Outro problema identificado por PEARCE e TURNER (1990) no Teorema de Coase, é o fato de que muitas substâncias poluentes permanecem no meio ambiente por longos períodos de tempo, e podem afetar as pessoas por anos, décadas, ou séculos. Desta forma, a poluição pode afetar pessoas que ainda nem existem, e, portanto, não podem realizar qualquer tipo de negociação. Neste sentido, estes indivíduos poderiam, no máximo, ser representados por membros da geração presente, algo que não é simples, e reflete um típico papel governamental.

Para PEARCE e TURNER (1990), um outro problema relacionado à barganha no teorema de Coase reside no fato de que, se um indivíduo afetado pela poluição compensa o poluidor para que este não polua, porque o poluidor detém os direitos de

⁶ De acordo com este teorema, quando as partes podem negociar com custos baixos e com possibilidade de obter benefícios mútuos, o resultado das transações será eficiente independentemente de como estejam especificados os direitos de propriedade.

⁷ Impossibilidade de exclusão inerente aos bens comunitários. Esta característica contraria a hipótese onde Coase supõe ser possível identificar a origem dos danos e atribuí-los a determinados agentes.

⁸ Segundo SEROA DA MOTTA (1998), um bem público pode ser aproveitado por inúmeros indivíduos ao mesmo tempo (não-rivalidade) e uma vez que um bem público esteja disponível, negar seu acesso a um consumidor é proibitivamente dispendioso (não-exclusão).

propriedade, abre-se espaço para que outros poluidores também demandem compensação.

Além disso, ainda existe o problema da grande dificuldade encontrada na valoração dos recursos ambientais, que em muitos casos pode inviabilizar a negociação entre as partes.

Para a solução destes problemas existem alguns instrumentos utilizados, como os detalhados nos tópicos seguintes.

2.2 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL

Para os economistas da Escola Institucionalista⁹, o nível de qualidade ambiental é o nível ótimo. Logo, se determinados problemas de poluição do meio ambiente continuam a causar incômodo, é sinal de que os custos de transação para a solução destes problemas são muito elevados (RAMOS, 1996).

Entretanto, existem alternativas para lidar com a poluição ambiental (que serão descritas nos tópicos seguintes), e mesmo a realidade nos mostra que a persistência destes problemas pode ser derivada do fato de que o mercado por si próprio não é capaz de dar conta de todos os problemas referentes a uma alocação eficiente de recursos.

⁹ Esta corrente estuda o papel das instituições na definição dos direitos de propriedade e suas repercussões na alocação eficiente dos recursos (SEROA DA MOTTA, 1998). A expressão *economia institucional* foi introduzida por Walton Hamilton, em 1919, em um artigo para a Conferência da Associação Econômica Americana. Hoje em dia, usa-se o termo “nova” economia institucional para caracterizar o pensamento de economistas como Ronald Coase, Oliver Williamson e Douglass North, e para distingui-lo da “velha” economia institucional, de Thorstein Veblen, John Commons e Wesley Mitchell (SOUZA, 2002).

Uma das formas de corrigir estas perdas de bem-estar causadas pela degradação ambiental seria a internalização destes custos externos nas estruturas de produção e consumo (MENDES e SEROA DA MOTTA, 1997). Neste contexto, políticas governamentais de controle podem atuar determinando a internalização destes efeitos nos custos dos agentes responsáveis pela degradação ambiental. Estas políticas de controle podem se tratar de criação de normas ou estabelecimento de preços (através de taxas e subsídios).

2.2.1 Normas (aplicação de multas)

O poder público pode conseguir que a quantidade de poluição emitida pelos agentes seja a socialmente ótima através do estabelecimento de esquemas regulatórios. Com a existência de multas de valor expressivo, ou mesmo a proibição de continuar operando para aqueles que produzem acima da quantidade considerada socialmente eficiente, os agentes poluidores se vêem obrigados a reduzir as quantidades produzidas até o nível socialmente ótimo.

Uma grande dificuldade encontrada neste tipo de solução é a definição do nível socialmente ótimo de poluição. Para encontrar este nível, devem ser considerados todos os custos e benefícios decorrentes da redução da poluição. Um dos benefícios diretos da redução da poluição é o seu impacto positivo sobre o meio ambiente, que, como foi dito anteriormente, não é simples de ser mensurado. Alguns exemplos de custos associados à redução da poluição seriam os custos decorrentes da utilização de tecnologias “mais limpas”.

Além disso, existem outros obstáculos na aplicação de normas como quando os equipamentos de medição não são suficientemente precisos e quando existe uma

variação aleatória da descarga de poluentes devido a falhas no equipamento emissor da poluição.

No gráfico apresentado na figura 4 é descrito o papel da regulação para a alocação eficiente de recursos em um mercado competitivo. Nesse caso, a curva que representa o benefício marginal social de redução da poluição indica o valor de cada unidade de redução da poluição para os agentes que sofrem os danos causados pela poluição. Analogamente, o custo marginal privado de redução da poluição é o custo de redução de cada unidade de poluição para o agente poluidor. A quantidade de poluição socialmente ótima é definida pelo encontro das curvas de benefício marginal social de redução da poluição e de custo marginal privado de redução da poluição.

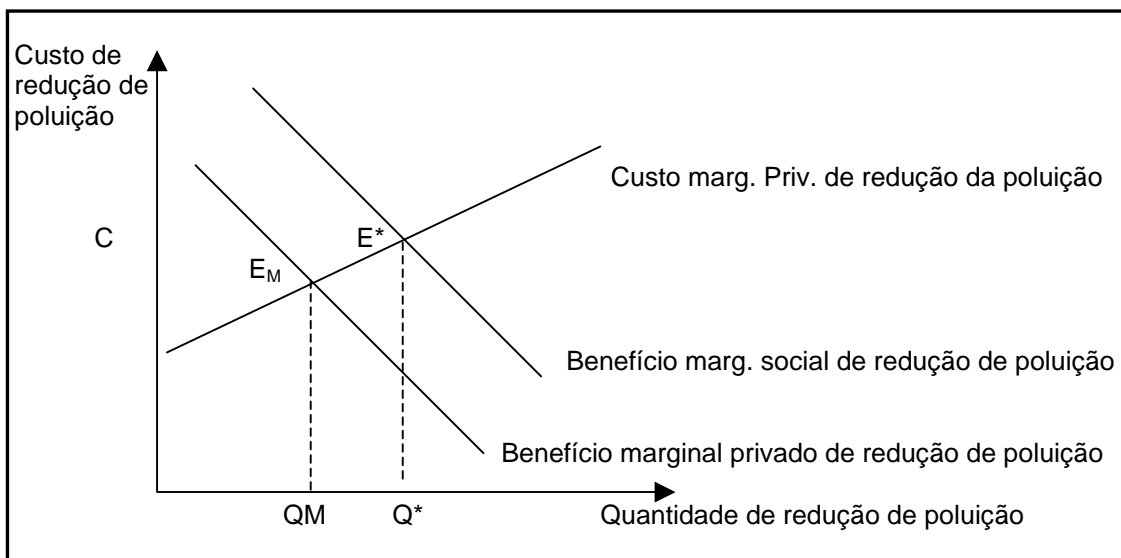


Figura 4: Alocação eficiente de recursos através da regulação

Onde:

E^* = Equilíbrio para redução de poluição socialmente ótima

E_M = Equilíbrio para o nível ótimo de redução de poluição para o poluidor

Q^* = Redução de poluição com regulação (quantidade socialmente ótima)

Q_M = Redução de poluição sem regulação (quantidade ótima para o poluidor)

2.2.2 Taxas sobre emissões

Em seu trabalho *Economics of Welfare* (1920), Arthur C. Pigou, economista e professor da Universidade de Cambridge propôs uma taxa que igualasse os custos sociais e privados. Esta taxa é conhecida como Taxa Pigouviana, e também é uma solução que o governo possui para corrigir as externalidades.

De acordo com PEARCE e TURNER (1990), uma característica das taxas sobre emissões é que elas deveriam encorajar a instalação de equipamentos de redução da poluição. Isto ocorreria nos casos em que o custo marginal de redução da poluição é menor do que a taxa sobre a unidade adicional de poluição emitida.

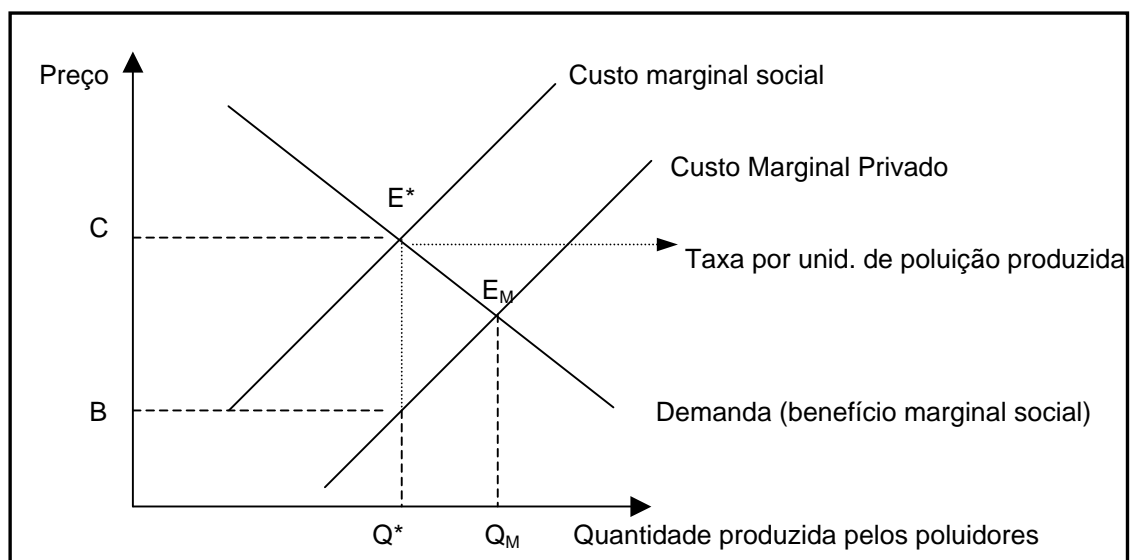


Figura 5: Alocação eficiente de recursos através das taxas pigouvianas

Onde:

E^* = Ponto de Eficiência (Custo marginal social = Benefício marginal social)

Q^* = Nível de produção com aplicação da taxa sobre poluição

Q_M = Nível de produção sem aplicação da taxa sobre poluição

CB = Taxa por unidade de poluição produzida

No gráfico apresentado na figura 5, a inclusão da taxa sobre unidade de poluição induz as firmas a produzirem em Q^* , onde o custo marginal social é igual ao benefício marginal social. O custo adicional dos poluidores (custo marginal de poluição) é indicado pelo intervalo CB. Caso não houvesse a cobrança desta taxa as firmas manteriam seu nível de produção em Q_M , levando ao equilíbrio E_M , onde o custo marginal privado é menor que o custo marginal social.

2.2.3 Subsídios

Segundo RAMOS (1996), há dois tipos de subsídios: os fundados sobre os resultados do tratamento e aqueles fundados sobre seus custos. Os subsídios fundados sobre os resultados do tratamento transferem ao poluidor, uma quantia por unidade despoluída que é superior ao custo da despoluição, de modo que estes se vêem incentivados a reduzir a quantidade de poluição. Os subsídios fundados sobre os custos reduzem o custo de despoluição por parte da firma, pois são aplicados de acordo com os investimentos em controle de poluição efetuados pelo agente.

A política ambiental baseada em subsídios possui características semelhantes as da política baseada em taxas, visto que também oferece incentivos para que as firmas reduzam a quantidade de emissões. Contudo, existe uma diferença fundamental entre estes dois instrumentos referente ao seu impacto sobre os lucros das firmas e conseqüentemente sobre suas decisões de entrada e saída do mercado. Enquanto os impostos têm um efeito negativo, os subsídios têm efeito inverso.

Assim, com a presença de subsídios para o controle da poluição, mesmo que cada firma tenha um nível de emissões inferior ao que teria sem este incentivo, existe a possibilidade de que o volume total de emissões eventualmente cresça devido ao maior número de firmas desejosas de entrar neste mercado, interessadas em tirar vantagem dos subsídios concedidos.

Outra dificuldade encontrada na aplicação de subsídios diz respeito ao nível de emissões que servirá de parâmetro para o cálculo do pagamento.

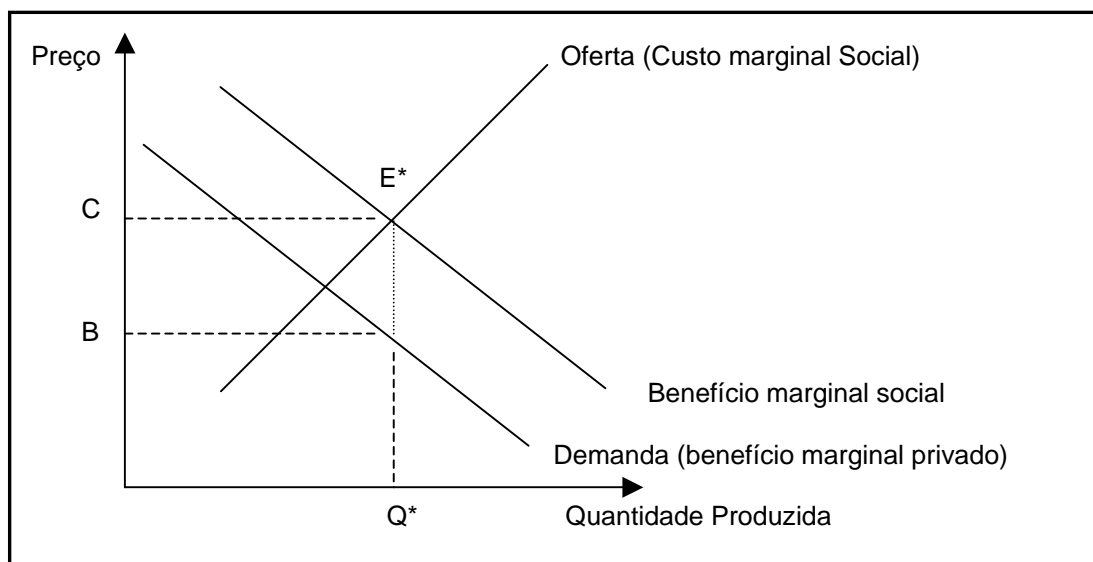


Figura 6: Alocação eficiente de recursos através de subsídios

Onde:

E^* = Ponto de eficiência (Custo marginal social = Benefício marginal social)

Q^* = Nível de produção socialmente ótimo

CB = Subsídio por unidade produzida

No gráfico apresentado na figura 6, o intervalo CB representa a diferença entre o benefício marginal social e o benefício marginal privado. Ao subsidiar esta atividade geradora de externalidades positivas, o governo está pagando esta diferença, e a quantidade produzida Q^* será então a quantidade socialmente eficiente.

Após a apresentação dos instrumentos que podem ser utilizados pelo governo para forçar as empresas a internalizarem as externalidades ambientais, será apresentado no tópico seguinte um instrumento de mercado para o controle da poluição, o certificado negociável de poluição.

2.2.4 Certificados negociáveis de poluição

A idéia dos certificados negociáveis de poluição surgiu no final da década de 1960, através do economista canadense John Dales, com o objetivo de reduzir os custos econômicos de controle da poluição. O mercado de certificados negociáveis pode ser aplicado como uma alternativa ao uso de taxas sobre emissões, para isso, o governo deve definir o nível aceitável de poluição e então emitir os certificados.

De acordo com PEARCE e TURNER (1990) existem seis atrativos principais para negociação de certificados: minimização de custos, novos entrantes, oportunidades para não-poluidores, inflação e ajuste de custos, dimensão espacial e “trancamento” (*lock-in*) tecnológico.

O mercado de certificados negociáveis de poluição surge porque os poluidores possuem diferentes custos de abatimento. Poluidores com menor custo de abatimento de poluição, irão preferir abater a poluição a comprar certificados. Por outro lado, os poluidores com maior custo de abatimento poderão minimizar seus custos através da compra destes certificados. Desta forma, o custo de abatimento da poluição é menor, se comparado àquele alcançado através da fixação de taxas sobre emissões.

A entrada de novas firmas no mercado automaticamente elevaria o nível de poluição. Entretanto, se a autoridade ambiental desejar manter o mesmo nível de poluição existente, pode simplesmente manter o mesmo nível de oferta de certificados. Agindo deste modo, os novos entrantes terão que comprar certificados (no caso de possuírem altos custos de abatimento), ou investir em equipamentos de controle da poluição. Seguindo este raciocínio, a autoridade ambiental pode também relaxar ou restringir o controle do nível de emissões através da emissão ou retirada de certificados do mercado.

A oportunidade criada para os não-poluidores não é, a princípio, um objetivo do mercado de certificados negociáveis, mas, apesar disso, constitui uma característica deste sistema. Dado que o mercado de compra e venda de certificados é aberto a

qualquer agente que queira comprá-los ou vendê-los, grupos de conservação ambiental podem comprar certificados apenas para retirá-los do mercado e reduzir o nível de poluição existente. Mesmo revelando uma preferência de mercado pelo controle da poluição, esta solução pode ser anulada pela autoridade ambiental, que pode decidir que o nível de poluição deve ser mais alto e elevá-lo através da emissão de novos certificados. Na prática, os grupos ambientais poderiam fazer *lobby* para que o Governo emitisse apenas um pequeno número de certificados, assim o nível de qualidade ambiental não seria enfraquecido (PEARCE e TURNER, 1990).

Uma importante característica dos certificados negociáveis é evitar alguns problemas das taxas sobre emissões, tais como o ajuste de custos e efeito da inflação sobre seu valor. O ajuste de custos é necessário para que a taxa acompanhe a entrada e saída de competidores no mercado. Além disso, na presença de inflação, o valor real das taxas muda constantemente e tem efeitos sobre sua eficácia.

Tendemos a assumir que existem poucos poluidores e que os pontos onde a poluição é recebida (os “pontos de recepção”) são poucos em número. Na prática, provavelmente teremos muitas fontes de emissão e muitos pontos de recepção (PEARCE e TURNER, 1990). Desta forma, para conseguir um padrão eficiente de taxas, estas devem ser definidas de acordo com as diferentes fontes de emissão e pontos de recepção. Além disso, estas múltiplas fontes de poluição podem ter efeito combinado, tornando a poluição total gerada maior do que a simples somas das emissões individuais. Os diferentes tipos de sistemas de certificados¹⁰ podem reduzir consideravelmente este problema.

Uma outra vantagem do sistema de certificados negociáveis sobre as taxas diz respeito ao “trancamento” tecnológico. As tecnologias que normalmente se tornam

¹⁰ De acordo com Pearce e Turner (1990) a literatura tem classificado três tipos de sistemas: O *Ambient Permit System* (APS) que funciona com base em emissão de certificados de acordo com a exposição no ponto de recepção; o *Emissions Permit System* (EPS), onde os certificados são emitidos com base na fonte de emissões, e o *Pollution Offset System* (PO) que combina característica dos dois sistemas anteriores.

lock-in são aquelas de controle da poluição (*end-of-pipe*), diferentemente das tecnologias de processos mais limpos. Para que ajustes nas taxas surtam efeito, devem ser comunicados com antecedência e baseados na garantia de que estas se manterão estáveis no curto e médio prazo. Além disso, as taxas podem também subestimar os custos de abatimento, levando os poluidores a preferir pagar a taxa ao invés de investir em equipamentos de abatimento de poluição. De um modo geral estes problemas são evitados por um sistema de certificados negociáveis. Isto porque os certificados são emitidos em quantidades iguais ao padrão requerido, e são os seus preços que se ajustam (PEARCE e TURNER, 1990).

Finalizada a discussão teórica sobre instrumentos de controle da poluição realizada neste capítulo. Discutiremos no próximo capítulo o Protocolo de Quioto e seu principal mecanismo de flexibilização, o MDL. Este capítulo tem como objetivo principal justificar a promoção de fontes renováveis de energia através do papel exercido por estas fontes na redução de emissão de gases de efeito estufa.

3 O PROTOCOLO DE QUIOTO

Neste capítulo serão discutidos o Protocolo de Quioto, o seu principal mecanismo de flexibilização, o MDL e os certificados de carbono, de modo a apresentar a influência da questão das mudanças climáticas globais sobre as políticas de incentivo à utilização de fontes renováveis de energia e fundamentar teoricamente a análise da relação entre os certificados verdes e de carbono realizada no quarto capítulo deste trabalho.

3.1 HISTÓRICO

O alarme dado pela comunidade científica a respeito dos efeitos da ação antrópica sobre as atuais anomalias climáticas do planeta (IPCC, 1990) levou a Assembleia Geral das Nações Unidas a estabelecer, em 1990, o Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima.

No período compreendido entre fevereiro de 1991 e maio de 1992, representantes de cerca de 150 países realizaram cinco reuniões que culminaram na adoção da Convenção-Quadro das Mudanças Climáticas Globais em 9 de maio de 1992, com o objetivo de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível em que a ação antrópica não fosse perigosa ao clima (CONVENÇÃO DO CLIMA, 1995).

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente realizada no Rio de Janeiro entre os dias 3 e 14 de junho de 1992, a Convenção foi ratificada por 182 países, tendo vigência a partir de 21 de março de 1994, com base nos princípios de precaução e responsabilidades comuns, porém diferenciadas (CAMPOS, 2001).

O princípio de precaução diz respeito à idéia de que os países não devem deixar em segundo plano a adoção de medidas que possam prever, minimizar, ou mesmo evitar as causas das mudanças climáticas e seus possíveis efeitos negativos com base no fato da ausência de plena certeza científica.

O princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, sustenta que das emissões históricas e atuais de gases, a maior parcela é proveniente dos países mais desenvolvidos. No tocante aos países em desenvolvimento, suas emissões ainda são relativamente baixas. Contudo, devem crescer à medida que precisem suprir suas demandas sócio-econômicas no caminho para o desenvolvimento.

A partir do princípio descrito no parágrafo anterior, dois grupos de países foram estabelecidos: Países que constavam no Anexo I¹¹ do texto da Convenção-Quadro (Partes do Anexo I), e países que não estavam listados no Anexo I (Partes não listadas no Anexo I) (CAMPOS, 2001).

O compromisso assumido pelos países desenvolvidos foi examinado na primeira sessão da Conferência das Partes (COP-1) realizada em abril de 1995, em Berlim. Com esta revisão dos compromissos assumidos pelos países desenvolvidos, chegou-se à conclusão de que apenas voltar a emissão de gases destes países para níveis de 1990 não seria suficiente para satisfazer objetivo de longo prazo da Convenção-Quadro, que seria impedir uma interferência antrópica que traga riscos ao sistema climático.

¹¹ Fazem parte desta lista os países da Comunidade Européia, os países industrializados que eram membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 1992, países industrializados do leste europeu e da antiga União Soviética.

Com base no parecer do Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima¹² (IPCC, 1990), sustentado por diversos trabalhos científicos¹³ que traziam evidências dos efeitos desastrosos das mudanças climáticas globais para a humanidade, foi criado durante a COP-1, o Mandato de Berlim, uma resolução assinada por mais de 2400 cientistas e 2600 economistas, entre eles oito ganhadores de Prêmio Nobel, alertando para o grande risco potencial da mudança climática e a justificativa para tomada imediata de medidas preventivas (CAMPOS, 2001).

O Mandato de Berlim estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam, com base no princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada, definir, em um Protocolo ou outro instrumento legal, limitações quantificadas e objetivos de redução para suas emissões antrópicas por fontes e remoções de sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal¹⁴, bem como, descrever as políticas e as medidas que seriam necessárias para alcançar essas metas. (CAMPOS, 2001).

Durante a COP-2, realizada em julho de 1996 na Suíça, foi assinada a Declaração de Genebra, contemplando acordo que tinha por objetivo a redução de emissões de CO₂, e que seria celebrado na terceira Conferência das Partes.

Com intuito de reduzir a emissão de gases de efeito estufa e combater o aquecimento global, foi adotado em 11 de dezembro de 1997, na COP-3, o Protocolo de Quioto, acordo internacional sobre o meio ambiente, que definiu que, no período de 2008 até 2012, a emissão de gases de efeito estufa nos países industrializados fosse reduzida em média 5,2% em relação aos níveis de 1990 (dióxido de carbono, óxido

¹² Do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*. O IPCC é um grupo criado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela *World Meteorological Organization* (WMO) em 1988 para o fornecimento de informações relevantes que levem ao entendimento das bases científicas do risco da ação humana sobre as mudanças climáticas.

¹³ Relatórios de avaliação de mudanças climáticas realizados de cinco em cinco anos, divididos em três grupos: Bases científicas; impactos, adaptação e vulnerabilidade e; mitigação, onde compila-se o conhecimento científico mundial de mais de 2.000 cientistas (CAMPOS, 2001).

¹⁴ Protocolo assinado por 46 países em setembro 1987 e que exigiu cortes de 50% em relação aos níveis de 1986 tanto na produção quanto no consumo das seguintes substâncias até 1999: CFC, Halogênios, Tetraclorometano, HCFC, HBFC, Brometo de Metila e Metilclorofórmio.

nitroso e metano) e de 1995 (hexafluoreto de enxofre e famílias de hidrofluorcarbonos).

Três mecanismos de flexibilização estão incluídos no Protocolo de modo a auxiliar o cumprimento dos compromissos estabelecidos na Convenção-Quadro, são eles: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Uma outra flexibilização considerada no artigo 4 do Protocolo de Quioto é denominada “Bolha”, e consiste em tratar conjuntamente a redução de emissões geradas por um agrupamento de fontes numa determinada área (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997). Funciona como se uma bolha gigante envolvesse várias fontes de emissão a fim de contê-las numa área comum. Os países integrantes da "bolha" estabelecem um limite de redução que pode ser diferenciado entre cada país (MICHAELLOWA, 2000).

No Comércio de Emissões existe a previsão de um comércio global de compra e venda de emissões de carbono, ou seja, neste sistema são distribuídas cotas de emissão que podem ser comercializadas favorecendo aqueles que reduzirem suas emissões.

Segundo o mecanismo de Implementação Conjunta, proposto pelos Estados Unidos, e constituído na COP-3, países pertencentes ao Anexo I podem transferir ou adquirir entre si unidades de redução de emissões resultantes de projetos que reduzissem emissões ou aumentassem o seqüestro de gases por meio de sumidouros (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

No período compreendido entre abril de 1995 e dezembro de 1999, ocorreu a fase piloto da Implementação Conjunta¹⁵, estabelecida na Convenção do Clima e introduzida na COP-1, onde os países do Anexo I poderiam financiar projetos em países em desenvolvimento que, a princípio, não produziram créditos para os financiadores (CAMPOS, 2001).

¹⁵ Esta fase foi denominada *Activities Implemented Jointly* (AIJ).

O Protocolo de Quioto esteve aberto a assinaturas na sede das Nações Unidas durante o período compreendido entre 16 de março de 1998 e 15 de março de 1999, estando aberto a adesões a partir de 16 de março de 1999. De acordo com o parágrafo primeiro do artigo 25 do Protocolo, este entraria em vigor no nonagésimo dia após a data em que pelo menos 55 Partes da Convenção, englobando as Partes incluídas no Anexo I que contabilizariam no total pelo menos 55 por cento das emissões totais de dióxido de carbono em 1990 das Partes incluídas no Anexo I, tivessem depositado seus instrumentos de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão.

Durante o período que esteve aberto para assinaturas, o Protocolo foi assinado por 84 países.

Depois da COP-3, ainda foram realizadas as seguintes Conferências das Partes:

COP-4 – Realizada na Argentina em novembro de 1998, tinha como objetivo original a negociação de prazos finais para um programa de trabalho principalmente voltado para a regulamentação/implementação do MDL. Nesta Conferência, foram reiterados os compromissos estabelecidos na COP-3, e reforçada a idéia de que é preciso considerar não apenas as emissões atuais, mas também a responsabilidade histórica. Nesta conferência os Estados Unidos assinaram o Protocolo, sem, no entanto, ratificá-lo. Como resultado da reunião, foi criado o Plano de Buenos Aires, que determinou o ano 2000 como data limite para colocar em prática as regras e questões técnicas e políticas referentes à implantação do Protocolo de Quioto.

COP-5 – Durante os meses de outubro e novembro de 1999 foi realizada em Bonn, na Alemanha, a quinta Conferência das Partes. As principais decisões desta reunião diziam respeito à implementação do Plano de Buenos Aires, desenvolvimento e transferência de tecnologias, capacitação das Partes não pertencentes ao Anexo I, mecanis-

mos de flexibilização, uso da terra, e implementação do artigo 4 do Protocolo de Quioto¹⁶.

COP-6 – Em sua primeira realização, ocorrida em Haia, nos Países Baixos, no mês de novembro de 2000, a Conferência não foi concluída. Foi então retomada em 2001, de acordo com decisão tomada durante a reunião realizada em Haia. A Sessão reconvoçada da COP-6 ocorreu na Alemanha, e o principal resultado foi o Acordo de Bonn, firmado em 23 de julho de 2001, que define as medidas de aplicação do Protocolo de Quioto e que deveria ser detalhado e concluído na Conferência das Partes subsequente.

COP-7 – A sétima Conferência das Partes foi realizada no Marrocos, nos meses de outubro e novembro de 2001. Nesta Conferência foi celebrado o Acordo de Marraqueche, que regulamentou o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, definindo modalidades e procedimentos de quantificação de emissões.

COP-8 – Ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2002 em Nova Déli, na Índia. Durante a Conferência, deu-se continuidade ao estabelecimento de modalidades e procedimentos para implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

COP-9 – Em dezembro de 2003 foi realizada a nona Conferência das Partes, na cidade de Milão, na Itália. Nesta Conferência, os debates sobre a ratificação do Protocolo de Quioto e o desenvolvimento do MDL tiveram prosseguimento. Entretanto, a decisão mais esperada da reunião, que seria a ratificação do Protocolo de Quioto pela Rússia, acabou não ocorrendo.

¹⁶ Segundo este Artigo, qualquer parte incluída no Anexo I que tenha acordado em cumprir conjuntamente seus compromissos assumidos será considerada como tendo cumprido esses compromissos se o total combinado de suas emissões agregadas de GEE não exceder suas quantidades atribuídas. Caso as Partes desses acordos não atinjam seu total combinado de redução de emissões, cada Parte deve se responsabilizar pelo seu próprio nível de emissões determinado no acordo.

COP-10 – Em dezembro de 2004, ocorreu em Buenos Aires, a décima Conferência das Partes. Esta Conferência foi marcada pelo fato de ter sido realizada logo após a ratificação do Protocolo de Quioto por parte da Rússia, o que permitiu sua entrada em vigor em fevereiro de 2005.

Em julho de 1997, antes mesmo da celebração do Protocolo de Quioto, foi aprovada resolução no Senado Americano que definiu que os Estados Unidos não seriam signatários de qualquer protocolo onde fossem determinadas limitações ou reduções de emissões de gases de efeito estufa para Partes do Anexo I sem que fossem incluídos no documento, compromissos específicos de limitações ou reduções de emissões para países em desenvolvimento dentro do mesmo período de cumprimento. Sem a perspectiva de ratificação do Protocolo de Quioto por parte dos Estados Unidos, responsável por mais de um terço das emissões globais de GEE, a entrada em vigor do Protocolo passou a depender da ratificação da Rússia.

Com a entrega do instrumento de ratificação do Protocolo, em 18 de novembro de 2004 ao Secretário-Geral das Nações Unidas pela Rússia (que responde por cerca de 17,4% das emissões), foi cumprida a última exigência restante do Artigo 25 do Protocolo de Quioto para entrada em vigor do Acordo. Segundo esta exigência, o documento deveria ser ratificado por Partes do Anexo I responsáveis por pelo menos 55% das emissões de dióxido de carbono contabilizadas em 1990. Desta forma, teve início a contagem regressiva de noventa dias para a entrada em vigor do Protocolo, o que ocorreu em 16 de fevereiro de 2005.

Com a ratificação do Protocolo por parte da Rússia, restam apenas quatro países industrializados a ratificar o documento, Mônaco, Liechtenstein, Austrália e Estados Unidos (responsável por cerca de 36% das emissões de GEE), sendo que estes dois últimos afirmaram não ter intenção de ratificá-lo.

Apresentado o histórico das negociações que levaram à implementação do Protocolo de Quioto, discutiremos a seguir o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo,

mecanismo de flexibilização de grande importância dentro do escopo deste trabalho, devido ao seu potencial de atuar na promoção de fontes renováveis de energia, e de gerar de certificados verdes e de carbono.

3.2 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO

O MDL foi criado a partir de uma proposta da delegação brasileira durante discussões do Grupo *Ad Hoc* do Mandato de Berlim¹⁷ em 1997. Esta proposta originalmente previa a adoção de um Fundo de Desenvolvimento Limpo que seria constituído pelo aporte financeiro de países emissores que não atingissem as suas metas de redução.

Na COP-3, em Quioto, a proposta do Fundo se transformou no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, através do qual países desenvolvidos poderiam cumprir parte de seus compromissos de redução e limitação de emissões de GEE por meio do financiamento de projetos e transferência de tecnologias limpas para a promoção de desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. Da forma como foi concebido, o MDL é o único dos três mecanismos de flexibilização definidos pelo Protocolo de Quioto que permite a participação de países em desenvolvimento.

Assim, de acordo com o parágrafo 3 do Artigo 12 do Protocolo de Quioto, sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo:

- (a) As Partes não incluídas no Anexo I beneficiar-se-ão de atividades de projetos que resultem em reduções certificadas de emissões; e
- (b) As partes incluídas no Anexo I podem utilizar as reduções certificadas de emissões, resultantes de tais atividades de projetos, para contribuir para o cumprimento

¹⁷ Grupo estabelecido durante a COP-1 para negociar e acompanhar a negociação de todos os acordos negociados pelos países desenvolvidos (UNFCCC, 1995).

de parte de seus compromissos de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3, como determinado pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo (COP-MOP).

A partir da COP-4, por meio da Decisão 7/CP.4¹⁸, foi estabelecida a Agenda visando a implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Foi iniciado nesta Conferência, o programa de trabalho sobre os mecanismos de flexibilização (entre eles o MDL) do Protocolo de Quioto, de maneira a estabelecer princípios, modalidades, regras e diretrizes para os mesmos.

Para que sejam mensurados os benefícios da implementação de atividades de projeto de MDL é necessário que sejam definidas as linhas de base, que definiriam o cenário de emissões de GEE antes da implantação do projeto. No próximo tópico serão apresentadas as metodologias para o estabelecimento de linhas de base e o seu papel na implementação de atividades de projeto de MDL.

3.2.1 Linhas de base

A linha de base de uma atividade de projeto MDL é o cenário que representa, de forma *razoável*, as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta, incluindo as emissões de todos os gases¹⁹, setores/categorias²⁰ de fontes listadas no Anexo A do Protocolo de

¹⁸ Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/negoc/7CP4.htm>.

¹⁹ Dióxido de Carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos e hexafluoreto de enxofre.

²⁰ Energia (queima de combustível e emissões fugitivas de combustível), processos industriais (produtos minerais, indústria química, produção de metais, outras produções, produção e consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre, outros), uso de solventes e outros produtos, agricultura (fermentação entérica, tratamento de dejetos, cultivo de arroz, solos agrícolas, queimadas prescritas de savana, queimadas de resíduos agrícolas, outros) e resíduos (disposição de resíduos sólidos na terra, tratamento de esgoto, incineração de resíduos, outros).

Quioto que ocorram dentro do limite do projeto (LOPES, 2002). Na elaboração do Documento de Concepção do Projeto deve ser incluída a descrição da metodologia da linha de base.

Segundo ROSALES e PRONOVE (2003), três abordagens de linhas de base²¹ são aceitáveis conforme planejado no Acordo de Marraqueche:

- Emissões de Status Quo: Assume uma linha de base de uma projeção das tendências históricas e atuais, onde os fatores de emissões são baseados nesta tendência e as reduções são calculadas a partir dela.
- Condições de Mercado: Assume uma linha de base das condições de mercado atuais onde os fatores de emissões são baseados na tecnologia usada no mercado e as reduções são calculadas aplicando esta tecnologia.
- Melhor Tecnologia Disponível: Assume uma linha de base a partir do mais eficiente processo tecnológico disponível (os 20% melhores de sua categoria sob circunstâncias similares), onde os fatores de emissões são baseados na disponibilidade comercial desta tecnologia e as reduções são calculadas com sua aplicação.

Os participantes de uma atividade de projeto do MDL poderão, de forma alternativa, propor novas abordagens metodológicas, o que, no entanto, dependerá de aprovação pelo Conselho Executivo (LOPES, 2002).

Para STEWART et al. (2000), o desafio de desenvolver e aplicar tais métodos, e definir linhas de base baseadas no critério de performance ambiental reside no fato

²¹ Uma abordagem de linha de base é o fundamento de uma metodologia de linha de base (UNFCCC, 2003).

de que é necessário criar padrões e procedimentos sobre os quais uma grande variedade de técnicos (incluindo aqueles pertencentes a entidades de certificação, grupos ambientais e governo) terão que entrar em acordo no sentido de garantir que os patrocinadores de projetos de redução de emissões apenas recebam créditos pela reduções de emissões que sejam realmente adicionais e que tragam benefícios de longo prazo.

Por definição, uma linha de base não pode ser observada, e assim, não há como provar que esteja correta (MICHAELOWA, 2000). Desta forma, as linhas de base devem ser estabelecidas de modo a evitar reduções fictícias de emissões. Por outro lado, a definição de uma linha de base não deve reduzir a eficiência econômica dos projetos MDL. Para MICHAELOWA (2000), não é possível conciliar perfeitamente estes dois objetivos devido ao *trade-off* existente entre ambos.

No que diz respeito ao impacto de políticas²² nacionais e/ou setoriais na definição do cenário de linha de base, o Comitê Executivo do MDL concordou em reuniões²³ realizadas em 21 e 22 de outubro de 2004 em diferenciar as maneiras que os seguintes tipos de políticas nacionais e ou setoriais influenciam a determinação de um cenário de linha de base:

- a) Tipo E+: Políticas nacionais e/ou setoriais existentes que criem distorções no mercado que proporcionem vantagens comparativas a dois tipos de tecnologias: tecnologias mais intensivas em emissões, ou tecnologias menos intensivas em emissões e menos energeticamente eficientes.

- b) Tipo E-: Políticas nacionais e/ou setoriais que criem vantagens comparativas para tecnologias menos intensivas em emissões com relação a tecnologias mais intensivas em emissões (e.g. subsídios públicos para promoção da difu-

²² Políticas realizadas pelos países que receberão os projetos de MDL.

²³ A ata destas reuniões encontra-se disponível em <http://cdm.unfccc.int/EB/Meetings>.

são de energia renovável ou para o financiamento de programas de eficiência energética).

- c) Tipo L-: Regulações setoriais mandatórias adotadas por autoridades públicas locais ou nacionais motivadas pela redução de externalidades ambientais negativas locais e/ou conservação de energia e que incidentalmente também reduziriam a emissão de GEE.
- d) Tipo L+: Regulações setoriais mandatórias adotadas por autoridades públicas locais ou nacionais motivadas pela redução de externalidades ambientais negativas locais e que incidentalmente impediriam a adoção/difusão de tecnologias com menor emissão de GEE.

Apenas as políticas “Tipo E+” que foram implementadas antes da adoção do Protocolo de Quioto pela COP (decisão 1/CP.3²⁴ de 11 de dezembro de 1997) devem ser levadas em conta para o desenvolvimento de um cenário de linha de base²⁵. No caso de políticas “Tipo E+” que tenham sido implementadas após a adoção do Protocolo de Quioto, o cenário de linha de base deve considerar a situação de não existência de tal política (UNFCCC, 2004).

No caso de políticas “Tipo E-”, as que foram implementadas após a adoção das Modalidades e Procedimentos de MDL pela COP (decisão 17/CP.7²⁶ de 11 novembro de 2001) não devem ser consideradas para o desenvolvimento de um cenário de linha de base. Recomendações a respeito de políticas do “Tipo L-” e “Tipo L+” ainda estão sendo consideradas (UNFCCC, 2004).

²⁴ Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/negoc/1cp3.htm>.

²⁵ Os tipos de políticas que são consideradas para o cenário de linha de base são questões cruciais na relação entre projetos de MDL e as metas do programa brasileiro de incentivo aos renováveis, assunto que será discutido com maiores detalhes no quinto capítulo deste trabalho.

²⁶ Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/negoc/pdf/Marraqueche/17cp7.pdf>.

3.2.2 Estrutura institucional

O Comitê Executivo do MDL, a Autoridade Nacional Designada (entidade governamental designada voluntariamente à Convenção-Quadro), e Entidades Operacionais designadas²⁷ são as principais instituições estabelecidas no Acordo de Marraqueche para o desenvolvimento do MDL, com as seguintes atribuições:

a) Comitê Executivo do MDL

- Credenciamento das Entidades Operacionais Designadas;
- Registro das atividades do Projeto;
- Emissão das Reduções Certificadas de Emissões (RCEs)²⁸;
- Estabelecimento e aperfeiçoamento de metodologias para definição da linha de base, monitoramento e fugas.

b) Autoridade Nacional Designada

- Atribuição de definir de forma soberana se a atividade proposta contribui para o desenvolvimento sustentável;
- Aprovação e validação dos projetos elegíveis ao MDL;
- Definir critérios adicionais de elegibilidade àqueles considerados no Protocolo de Quioto.

²⁷ Trata-se de entidade designada pela COP/MOP, baseada na recomendação do Comitê Executivo do MDL, como qualificada para validar atividades de projeto de MDL assim como verificar e certificar reduções em emissões antrópicas de GEE (UNFCCC, 2003).

²⁸ Uma unidade de RCE é igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente, calculada de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (*Global Warm Potential – GWP*), índice divulgado pelo IPCC e utilizado para uniformizar as quantidades de GEE, em termos de dióxido de carbono equivalente, possibilitando que reduções de diferentes gases sejam somadas.

c) Entidades Operacionais Designadas

- (Pré) validar as atividades de projeto de acordo com decisões de Marraqueche;
- Verificar e certificar reduções de GEE e remoções de CO₂;
- Manter uma lista pública de atividades de projetos de MDL;
- Enviar relatório anual ao Conselho Executivo;
- Manter disponíveis para o público as informações não confidenciais sobre as atividades de projeto do MDL.

3.2.3 Adicionalidade

O Protocolo de Quioto estipula que as reduções de emissões certificadas por Entidades Operacionais Designadas devem ser *adicionais* ao que ocorreria na ausência da atividade de projeto certificada. Visto desta forma, o conceito de adicionalidade está diretamente relacionado com as linhas de base. Segundo STEWART et al. (2000), a questão da adicionalidade foi levantada em um artigo que circulou pelas reuniões do Grupo G77/China em Bonn, no ano de 1998. A principal questão do artigo era “como assegurar que o financiamento de projetos de MDL sejam adicionais aos fundos de assistência ao desenvolvimento (ODA²⁹)?”. Em resposta a esse artigo, a União Europeia e a Suíça declararam que sua expectativa era de que a maioria dos financiamentos de projetos de MDL viesse do setor privado, não competindo, desta forma, com os fundos de assistência ao desenvolvimento. Para STEWART et al. (2000), a questão é se os países em desenvolvimento acharão esta resposta satisfatória à luz de sua preocupação com que os países desenvolvidos vejam os investimentos do se-

²⁹ *Official Development Assistance*. É definido pela OCDE como aqueles fluxos que seguem as seguintes condições: sejam para países em desenvolvimento e instituições multilaterais; sejam fornecidos por agências governamentais; tenham como principal objetivo o desenvolvimento econômico e o bem-estar social dos países em desenvolvimento e; tenham característica de concessão, com pelos 25% da transferência sendo subvencionada (KETE et al., 2001).

tor privado como um substituto para as transferências dos fundos de assistência ao desenvolvimento, que têm declinado nos últimos anos.

Ainda para STEWART et al. (2000), outros dois aspectos referentes a adicionalidade são: *adicionalidade financeira*, o conceito de que um projeto deve representar um investimento financeiro que não seria realizado isoladamente em bases puramente comerciais, desconsiderando objetivos ambientais e a perspectiva de obtenção de créditos de carbono; e *adicionalidade ambiental*, o conceito de que um projeto deve alcançar reduções de emissões além daquelas que “de qualquer forma” teriam ocorrido sem o projeto.

Existe ainda a questão de quão restrito deve ser o conceito de adicionalidade. Segundo STEWART et al. (2000), grupos ambientalistas como o *World-Wide Fund for Nature* sustentam que para ser elegível para recebimento de créditos de redução de emissões, um projeto MDL deve alcançar reduções líquidas de emissões que vão além do que teria ocorrido como resultado do cumprimento das obrigações dos financiadores do projeto e ainda ter como resultado reduções de emissões que excedam as reduções que ocorreriam de qualquer forma por outras razões. Países que fazem parte do Anexo I do Protocolo de Quioto tendem a adotar uma postura menos restritiva no que diz respeito ao conceito de adicionalidade. Na visão dos Estados Unidos, um projeto deve estar qualificado para o recebimento de créditos se o financiador puder mostrar que tal projeto irá sobrepor barreiras técnicas ou institucionais à redução de emissões e ao desenvolvimento sustentável; que as atividades empreendidas não sejam previamente requeridas por leis existentes; e que as atividades propostas aperfeiçoarão as tecnologias e práticas de gestão prevalecentes (STEWART et al., 2000).

3.2.4 O ciclo do projeto

A implementação de um projeto de MDL é constituída de cinco etapas: concepção do projeto, validação e registro do projeto, monitoramento, verificação e certificação, emissão de RCEs.

Tabela 1 - Ciclo do projeto MDL

Etapa	Definição	Entidade Responsável
1. Concepção do Projeto	Documento com informação necessária sobre o Projeto MDL proposto.	Participantes do projeto
2. Validação e Registro	Validação é o processo de avaliação independente de um projeto MDL. Registro é a aceitação formal de um projeto validado.	Entidade Operacional Designada Comitê Executivo do MDL
3. Monitoramento	A coleta e arquivamento de todos os dados necessários para o cálculo de redução de emissões de GEE que tenham ocorrido dentro dos limites da atividade do projeto e do período de obtenção de créditos.	Participantes do projeto
4. Verificação e Certificação	Verificação é a revisão periódica independente e determinação de que a redução de emissões de GEE ocorreu como resultado de uma atividade de projeto MDL durante o período de verificação. Certificação é a confirmação por escrito de que uma atividade de projeto alcançou a redução de emissões de GEE estabelecidas durante o período de tempo determinado.	Entidade Operacional Designada Entidade Operacional Designada
5. Emissão de RCEs	As RCEs são emitidas e creditadas aos participantes da atividade de projeto.	Comitê Executivo do MDL

Fonte: Elaboração própria a partir de ROSALES et al. (2002).

Na concepção do projeto deve ser elaborado um documento que contenha os resultados obtidos e as metodologias utilizadas no cálculo da redução de emissão de GEE. Neste documento, deve ser incluído um relatório resumindo os comentários feitos por *stakeholders*³⁰ locais e explicando como eles serão considerados e, se relevantes, como serão incorporados pelo projeto (AUKLAND et al., 2002).

Para participar do MDL, é necessário que os projetos sejam aprovados pelo governo do país no qual será desenvolvido, que deve considerar em sua análise se o projeto trará benefícios de desenvolvimento sustentável. Com base na concepção do projeto, a Entidade Operacional Designada irá avaliar e validar o projeto MDL proposto (ROSALES et al., 2002). Esta validação é necessária para que as reduções de emissões obtidas com os projetos sejam reconhecidas.

Finalizada a etapa de validação do projeto, a Entidade Operacional Designada deve enviar o relatório de validação e o Documento de Concepção do Projeto ao Comitê Executivo do MDL para que o registro oficial do projeto seja efetuado.

Após entrarem na fase de implementação, todos os projetos de MDL devem manter sistemas de monitoramento internos de forma a demonstrar que estão gerando as reduções de emissão especificadas no seu respectivo Documento de Concepção do Projeto (AUKLAND et al., 2002).

Durante a implementação do projeto, uma Entidade Operacional Designada diferente da que conduziu a validação do projeto, efetuará análises da redução de emissões obtida como resultado do projeto MDL e, caso o projeto tenha alcançado o objetivo de redução estabelecido dentro do período de tempo especificado, fornecerá certificação entregue às Partes e ao Comitê Executivo do MDL.

O relatório de certificação incluirá uma solicitação ao Comitê Executivo do MDL para que este emita uma RCE no mesmo montante da quantidade de redução de emissões efetuada pela atividade de projeto MDL (ROSALES et al, 2002). Caso não

³⁰ Indivíduos, grupos ou comunidades afetados ou com possibilidade de serem afetados pela atividade de projeto do MDL (UNFCCC, 2003).

haja pedido de revisão da emissão de RCE's³¹, estas serão emitidas em até quinze dias após o recebimento da solicitação.

Tabela 2 - Tipos de projetos elegíveis para o MDL

Renováveis (Tipo I)	Eficiência Energética (Tipo II)	Outros (Tipo III)
Auto-produção de eletricidade	Aperfeiçoamentos de eficiência energética do lado da oferta (transmissão e distribuição)	Agricultura
Auto-produção de energia mecânica	Aperfeiçoamentos de eficiência energética do lado da oferta (geração)	Substituição de combustíveis fósseis
Auto-produção de energia térmica	Programas de eficiência energética para tecnologias específicas do lado da demanda	Veículos de baixa emissão
Produção de eletricidade conectada à rede	Eficiência energética e substituição de combustível (indústria)	Recuperação de metano
	Eficiência energética e substituição de combustível (edificações)	Prevenção da produção de metano proveniente da deterioração de biomassa através de combustão controlada
	Eficiência energética e substituição de combustível (agricultura)	

Fonte: Elaboração própria a partir de CUNHA DA COSTA (2003) e UNFCCC (2005).

³¹ Esta revisão deve ser solicitada por uma das Partes envolvidas no projeto, ou por pelo menos três membros do Comitê Executivo do MDL. Cabe ressaltar que esta revisão limita-se a questões de fraude, mau procedimento ou incompetência da Entidade Operacional Designada.

3.3 REDUÇÕES CERTIFICADAS DE EMISSÕES

As quantidades relativas a reduções de emissão de gases de efeito estufa e/ou remoções de CO₂ atribuídas a uma atividade de projeto resultam em Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), medidas em tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (LOPES, 2002).

No que diz respeito à certificação da redução de emissões resultantes de cada atividade projeto, o parágrafo 7 do Artigo 12 do Protocolo define que estas devem ser efetuadas por entidades operacionais designadas pela Conferência das Partes e com base em:

- (a) Participação Voluntária aprovada por cada Parte envolvida;
- (b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima, e
- (c) Reduções de emissões que sejam adicionais às que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

Ainda a respeito da certificação de redução de emissões, de acordo com o parágrafo 10 do Artigo 12 do Protocolo, reduções certificadas de emissões obtidas durante o período do ano 2000 até o início do primeiro período de compromisso podem ser utilizadas para auxiliar no cumprimento das responsabilidades relativas ao primeiro período de compromisso (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

No Brasil, dois setores que possuem um grande potencial para projetos MDL, e, conseqüentemente para obtenção de créditos de carbono, são os setores industrial e de energia.

No setor industrial, o potencial para projetos MDL existe nas áreas de mudanças de processo, eficiência energética e substituição de combustíveis da indústria primária, dado que seus sub-setores são responsáveis por uma importante parcela do uso de energia e total de emissões de carbono da indústria no Brasil (UNIDO, 2003). Tais oportunidades derivam do fato de que, em muitos casos, a utilização de combustíveis fósseis pode ser substituída pelo emprego de fontes renováveis de energia disponíveis no Brasil.

No setor de energia, existe grande potencial para projetos de MDL nas áreas de substituição de combustíveis fósseis e eficiência energética. Atividades de projeto de MDL podem ser um meio de reverter a tendência de crescimento do uso de combustíveis fósseis que marcaram as décadas de 1980 e 1990, visto que fontes renováveis de energia e potenciais ganhos de eficiência na produção/geração e transporte/transmissão/distribuição são amplamente disponíveis no País, e podem assim, reduzir as emissões de carbono, por evitar ou postergar o consumo de combustíveis não renováveis e intensivos em carbono (UNIDO, 2003).

Cabe ressaltar que o primeiro projeto de MDL certificado do mundo é o programa NovaGerar, do aterro sanitário de Nova Iguaçu, município da baixada fluminense do estado do Rio de Janeiro. Este projeto foi registrado pelo Comitê Executivo do MDL em 18 de novembro de 2004 e tem por objetivo gerar eletricidade através da coleta do biogás no aterro sanitário de Adrianópolis e no Lixão de Marambaia e consequentemente minimizar as emissões de gases de efeito estufa, gerando reduções de emissões certificadas que serão comercializadas para viabilizar a implantação e operação do projeto.

De acordo com dados da organização não-governamental CDM Watch³², em março de 2005, havia outras 27 atividades de projeto MDL brasileiras na etapa de validação do Comitê Executivo do MDL. A seguir, são descritas conforme definições de seus documentos de projeto, quatro atividades de projeto que se encontravam disponíveis na página eletrônica da UNFCCC na *internet*³³ em pesquisa realizada em março de 2005.

Projeto de co-geração Usina Nova América – Atividade de projeto que tem por objetivo aumentar a eficiência das instalações de co-geração do bagaço de cana-de-açúcar na usina, localizada em São Paulo. Com a implementação deste projeto, a usina será capaz de vender eletricidade para a rede nacional, evitando que a mesma quantidade de energia seja produzida por termelétricas que utilizem combustíveis fósseis.

Projeto de co-geração Central de Álcool Lucélia – Atividade de projeto que tem por objetivo aumentar a eficiência das instalações de co-geração do bagaço de cana-de-açúcar na usina, localizada em São Paulo. Com a implementação deste projeto, a usina será capaz de vender eletricidade para a rede nacional, evitando que a mesma quantidade de energia seja produzida por termelétricas que utilizem combustíveis fósseis.

Projeto de co-geração Usina Cerradinho Açúcar e Álcool – Atividade de projeto que tem por objetivo aumentar a eficiência das instalações de co-geração do bagaço de cana-de-açúcar na usina, localizada em São Paulo. Com a implementação deste projeto, a usina será capaz de vender eletricidade para a rede nacional, evitando que a mesma quantidade de energia seja produzida por termelétricas que utilizem combustíveis fósseis.

³² <http://www.cdmwatch.org>

³³ <http://cdm.unfccc.int/Projects>.

Projeto Aterro Sanitário São João – Este é um projeto desenvolvido para explorar o biogás produzido no Aterro Sanitário “Sítio São João”, localizado em São Paulo, e que é um dos maiores aterros do Brasil. Seu objetivo é explorar o gás produzido no aterro para geração de eletricidade. Além da redução das emissões de metano, cerca de 20 MW de capacidade instalada de energia renovável será explorada.

Todos estes projetos possuem como um de seus objetivos a geração de certificados de redução de emissões. Contudo, é importante ressaltar o papel de tais projetos na promoção de fontes renováveis de energia, que inclusive pode trazer novas oportunidades, pois ao gerar eletricidade “verde”, estes projetos podem abrir espaço para um outro mercado, o de certificados verdes. Uma reflexão sobre o efeito combinado entre o mercado de carbono e o mercado de certificados verdes na promoção de fontes renováveis de energia será realizada no quarto capítulo desta dissertação.

3.4 PERSPECTIVAS PARA O PROTOCOLO DE QUIOTO

Não há dúvidas de que a atividade antrópica tem acelerado a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. O aumento dos gases de efeito estufa poderia levar a uma rápida elevação da temperatura global, com severas conseqüências para o ecossistema e para humanidade. Por outro lado, é possível que o aumento da temperatura seja modesto, fácil de ser mitigado e ocorra em um futuro distante. O resultado mais provável é algo entre os dois, mas a complexidade intrínseca do clima torna impossível dizer com precisão o que acontecerá com algum grau de confiança (MC-KIBBIN e WILCOXEN, 2003).

Devido a estas incertezas, existem alguns problemas inerentes ao Protocolo de Quioto, pois este é composto por um conjunto de metas de redução de emissões para um determinado intervalo de tempo, que os países participantes concordam ao ratificá-

lo. Ao requisitar que os participantes atinjam metas rígidas de emissões em um período de tempo especificado, o tratado implicitamente adota a posição de que os riscos impostos pelas mudanças climáticas são tão grandes que as emissões devem ser reduzidas, não importa a que custo. Entretanto, muito pouco é sabido sobre os riscos impostos pelas mudanças climáticas e os custos de evitá-las para chegar a tal conclusão. Também não existe qualquer evidência de que as metas estabelecidas pelo Protocolo sejam o nível ótimo de emissões de gases de efeito estufa (MCKIBBIN e WILCOXEN, 2003).

Um outro problema do Protocolo é referente ao “ar-quente” (*hot-air*). Com a queda da atividade econômica nos países do Leste Europeu³⁴ e da antiga União Soviética³⁵ após o colapso dos regimes socialistas, as emissões provenientes destes países reduziram-se cerca de 30% no período compreendido entre 1990 e 1995. Por ser abundante e barato, pode ser que países que necessitem reduzir suas emissões dêem preferência aos certificados resultantes desse tipo de redução de emissões.

Uma forma de lidar com o excesso de redução de emissões dos países do Leste Europeu e da antiga União Soviética seria a possibilidade de estes países guardarem parte de todo este “ar-quente” para períodos de compromisso subsequentes para atingir futuras metas de redução (BLANCHARD et al., 2002). Por outro lado, estes países também podem restringir as vendas do “ar-quente” para formação de cartel, ou para guardar estes créditos com a expectativa de conseguir preços mais altos em períodos futuros (BABIKER et al., 2002).

Para os mais pessimistas as negociações que levaram ao Acordo de Marraqueche também podem atuar de forma a impedir que as metas de redução estabelecidas no Protocolo de Quioto sejam alcançadas. Aqueles poucos países, tais como a Austrália, que negociaram metas maiores do que suas emissões em 1990, foram am-

³⁴ Bulgária, República Tcheca, Romênia, Hungria, Eslováquia, Polônia e Eslovênia.

³⁵ Rússia, Ucrânia, Lituânia, Estônia e Letônia.

plamente vistos entre a comunidade ambiental como tendo acordado menos que nada (BABIKER et al., 2002).

Se a chance de haver custos substanciais ou não cumprimento de metas foi diminuída, também foi a possibilidade de que o Protocolo exija quaisquer reduções substantivas de emissões (BABIKER et al., 2002). Mesmo assim, alguns países podem por diversas razões, como pressões internas, por exemplo, buscar reduzir suas emissões a um nível mais baixo do que o estabelecido.

Para chegar a tal Acordo, foi necessário que a União Européia e o Grupo G77/China (do qual faz parte o Brasil) cedessem espaço aos países do “Umbrella Group” (Estados Unidos, Japão, Austrália, Canadá, Rússia, Ucrânia, Nova Zelândia e Noruega). O objetivo destes países era conseguir um acordo em que o “regime de cumprimento” fosse não vinculante, ou seja, não obrigatório, que houvesse poucos critérios de elegibilidade para a utilização dos mecanismos flexibilização (MDL, Implementação Conjunta e Comércio de Emissões), que houvesse pouca participação pública e transparência, e que não houvesse necessidade de fornecer informações detalhadas sobre sumidouros³⁶ (ROCHA, 2003).

Para BUCHNER et al. (2002), a retirada dos Estados Unidos do Protocolo, por reduzir o investimento em pesquisa e desenvolvimento e aumentar as emissões, também aumenta os riscos de mudanças climáticas. Além disso, a ausência dos Estados Unidos pode reduzir consideravelmente o preço do certificado carbono, pois estes seriam grandes compradores. Esta queda de preços também pode agir no sentido de que alguns países prefiram não investir medidas efetivas de redução de emissões, comprando certificados provenientes do “ar-quente”, o que em termos de impacto sobre as mudanças climáticas globais não seria tão interessante.

³⁶ Segundo a Convenção Quadro do Clima, sumidouros são quaisquer processos, atividades ou mecanismos, incluindo a biomassa e, em especial, florestas e oceanos, que têm a propriedade de remover um gás de efeito estufa, aerossóis ou precursores de gases de efeito estufa da atmosfera. Podem constituir-se também de outros ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos (CAMPOS, 2001).

Neste sentido, se as emissões mantiverem sua trajetória ascendente mesmo após o primeiro período de compromisso, a principal discussão será em torno do que deu errado. Uma resposta simples é que o fraco resultado ambiental é culpa dos Estados Unidos (BABIKER et al., 2002). Além disso, com a afirmação do negociador dos Estados Unidos na COP-10, realizada em Buenos Aires, de que ainda é muito cedo para discutir metas para depois que o Protocolo de Quioto expirar, em 2012, torna-se mais difícil a idéia de um segundo período de compromisso, uma vez que este compromisso seria estabelecido sem a participação do principal emissor de gases de efeito estufa do planeta.

Contudo, existem possibilidades de que os Estados Unidos mais cedo ou mais tarde acabem por reduzir suas emissões, seja por pressão de estados como o da Califórnia, que já começam a tomar ações individuais com relação às mudanças climáticas, seja por pressão das empresas americanas que operam na Europa. No quinto capítulo deste trabalho, nos tópicos referentes aos mercados de certificados verdes existentes no mundo, veremos que nos Estados Unidos, as políticas de promoção de fontes renováveis de energia, adotadas no nível estadual, já atuam no sentido de reduzir emissões de GEE.

Ainda é cedo para dizer se o Protocolo de Quioto será bem sucedido em seus objetivos. Além disso, também não é possível afirmar que o cumprimento das metas estabelecidas no Protocolo terá efeito significativo sobre as mudanças climáticas globais.

Estas incertezas, somadas a problemas como a recusa dos Estados Unidos em participar de acordos globais de redução emissões que não estabelecessem metas de redução para países em desenvolvimento, criam, a princípio, dois tipos de perspectivas para o que ocorrerá após o término do prazo estipulado para a duração do Protocolo de Quioto. Uma perspectiva seria a de não haver um novo período de compromisso após 2012. Outra possibilidade seria a de no caso da ocorrência um segundo período de compromisso, os países em desenvolvimento também passem a possuir

compromissos de redução de emissões como forma eliminar uma das principais críticas dos Estados Unidos e trazê-los para o acordo.

Tendo em vista estas perspectivas, é importante que as oportunidades criadas pelo Protocolo de Quioto para o Brasil, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de projetos de MDL, sejam plenamente aproveitadas durante este primeiro período de compromisso. Neste sentido, os certificados verdes e de carbono exercem papel fundamental, pois em muitos casos, a receita que proporcionam pode atuar no sentido de viabilizar economicamente a implementação de um projeto MDL.

Após a fundamentação teórica das políticas e instrumentos econômicos utilizados para o controle da poluição realizada no segundo capítulo, e da definição do contexto institucional, com a apresentação do Protocolo de Quioto e de seus mecanismos de flexibilização, realizada ao longo deste capítulo, trataremos no capítulo a seguir do papel dos certificados verdes na promoção de fontes renováveis de energia.

4 O PAPEL DOS CERTIFICADOS VERDES NEGOCIÁVEIS NA PROMOÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Neste capítulo serão apresentados os certificados verdes negociáveis, seu mercado, e o papel deste mercado no desenvolvimento de tecnologias de energia renovável, isoladamente ou em conjunto com o mercado de carbono.

4.1 OS CERTIFICADOS VERDES NEGOCIÁVEIS

Até o momento, quase nenhuma tecnologia de energia renovável alternativa³⁷ pode sozinha competir economicamente com as tecnologias convencionais de produção de energia (MORTHORST, 2003b). A idéia dos certificados verdes negociáveis é usar as forças de mercado para determinar o pagamento adicional de investidores em plantas de renováveis.

Um certificado verde é um documento³⁸ que comprova que uma unidade de eletricidade foi produzida a partir uma fonte renovável de energia (MITCHELL e ANDERSON, 2000). Tal certificado representa “o quão verde” é a energia produzida, ou em termos mais gerais o valor social da produção de eletricidade de energias renováveis (SCHAEFFER et al., 1999).

Na presença do sistema de certificados verdes, os produtores de energia gerada a partir de fontes renováveis passam a competir em um outro mercado além do de distribuição de energia, o mercado de certificados verdes.

³⁷ Com exceção para nichos de mercado (e.g. utilização de painéis fotovoltaicos na eletrificação rural).

³⁸ Por motivos práticos, é mais provável que os Certificados Verdes sejam documentos eletrônicos ao invés de documentos de papel. No sistema dinamarquês, por exemplo, só existem certificados eletrônicos (NIELSEN e JEPPESEN, 2003).

Como resultado disto, o preço que pode ser obtido pelo produtor de eletricidade baseada em fontes renováveis de energia será a soma entre o preço de mercado para a energia física e o preço dos certificados verdes negociáveis (MORTHORST et al., 2004). Uma entre as diversas fontes das quais a demanda para este tipo de mercado pode surgir é a atitude voluntária de compra destes certificados por parte dos consumidores.

A demanda também pode ser imposta pelo governo aos consumidores e/ou outros atores na cadeia de fornecimento de eletricidade (geradores, distribuidores, fornecedores) através de uma obrigação de gerar, transmitir ou comprar um determinado montante de certificados. Além disso, o próprio governo pode atuar como comprador dos certificados verdes como forma de garantir um preço mínimo para os mesmos.

4.1.1 O mercado de certificados verdes

Em um mercado de certificados verdes onde os agentes econômicos (consumidores finais, distribuidores e geradores) compram os certificados por obrigação, o preço dos certificados dependerá da demanda (que é definida pela meta de certificados para os agentes) e da oferta.

Além do sistema de certificados verdes negociáveis baseado em uma cota anual determinada pelo governo³⁹, existe o sistema onde a demanda é determinada pelo compromisso voluntário de geração de energia a partir de fontes renováveis, como é o caso do sistema holandês⁴⁰.

³⁹ Exemplos deste tipo de sistema serão apresentados no capítulo 5, nos tópicos referentes aos Estados Unidos, Reino Unido e Dinamarca.

⁴⁰ Este sistema também será apresentado no capítulo 5.

Entretanto, na presença do sistema de demanda voluntária, o mercado de certificados verdes dificilmente poderá ser utilizado isoladamente como um instrumento para alcançar metas de utilização de fontes renováveis de energia. Isto se dá pelo fato de que somente, se o objetivo nacional de utilização de fontes renováveis de energia e o nível de demanda voluntária coincidirem, a meta nacional será alcançada neste sistema (NIELSEN e JEPPESEN, 2003).

Com baixa oferta de certificados verdes, o preço será alto, o que será um incentivo para novos produtores fornecerem eletricidade a partir de fontes renováveis (SCHAEFFER et al., 1999).

A competição entre os produtores de energia renovável no mercado de certificados assegura que o preço de oferta dos certificados verdes reflita no curto prazo o “verdadeiro” diferencial de preço entre energia renovável e não renovável⁴¹ (MORTHORST et al., 2004). Este diferencial é, em tese, composto pelo custo de escassez das fontes não renováveis de energia, pelas externalidades ambientais⁴² provocadas pela utilização de energia gerada a partir de fontes renováveis e pelas externalidades geradas pelas atividades de pesquisa e desenvolvimento.

No gráfico apresentado na figura 7 é demonstrado o funcionamento do mercado de certificados verdes, onde:

CM - Curva de custo marginal de produção de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia.

Q - Meta definida para os agentes (cotas de renováveis)

cm* - Custo marginal em Q

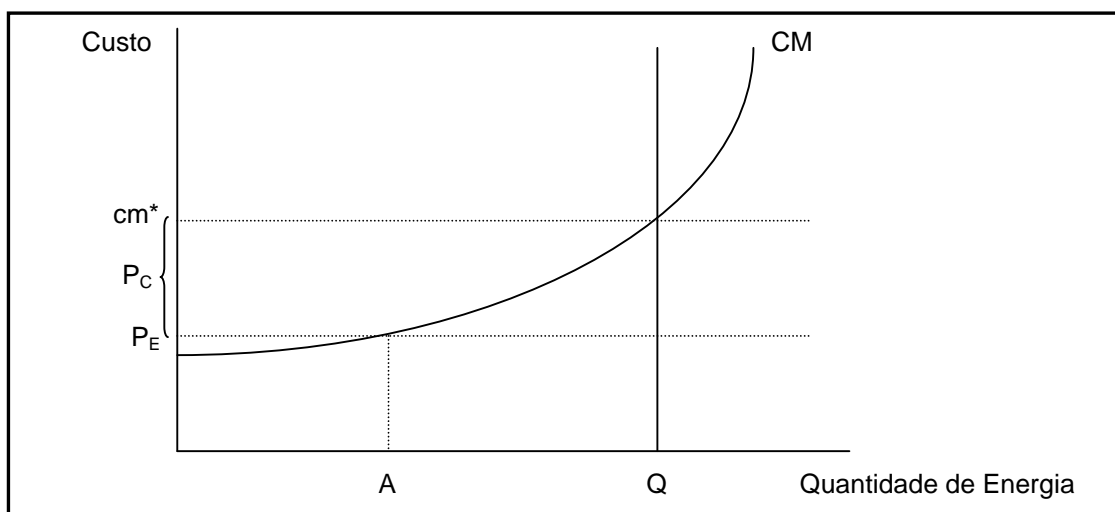
PE - Preço de mercado da eletricidade

PC - Preço dos certificados

⁴¹ No texto original, o autor se refere a energia renovável e energia não renovável como “green” e “black”, respectivamente.

⁴² Este assunto é discutido em maiores detalhes no tópico 2.1 desta dissertação.

A - Quantidade de energia renovável produzida mesmo sem a presença do sistema de certificados



Fonte: Elaboração própria a partir de SCHAEFFER et al. (1999).

Figura 7: O Mercado de Certificados Verdes

O preço unitário dos certificados (P_C) será definido pela diferença entre o custo marginal em Q (cm^*) e o preço de mercado da eletricidade (P_E), ou seja, $P_C = cm^* - P_E$. O mercado de certificados verdes cria um lucro adicional para aqueles produtores de energia renovável que produziram energia mesmo sem a presença de um sistema de certificados (A). O lucro total para os produtores de energia renováveis, proveniente da venda de energia física e de certificados, é representado pela área compreendida pela linha cm^* e a curva CM.

É de se esperar que um mercado à vista e um mercado futuro sejam desenvolvidos para os certificados verdes (SCHAEFFER et al., 1999). Tal mercado pode funcionar de forma análoga ao recém-criado Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)⁴³, desenvolvido de forma conjunta pelo Ministério do Desenvolvimento, Indús-

⁴³ Mercado eletrônico com previsão de entrada em funcionamento durante o ano de 2005, e que tem por objetivo a criação de um banco de projetos de MDL e um mercado primário de créditos de carbono. Além disso, existe a previsão do desenvolvimento de um sistema de negociação a termo dos títulos que surgirão dos créditos de carbono resultantes de projetos de MDL implantados a partir de propostas apresentadas ao banco de projetos.

tria e Comércio e pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). Em um mercado à vista de certificados verdes, os agentes que tenham por objetivo cumprir suas metas, negociarão certificados já emitidos. O mercado futuro poderia ser usado pelos agentes para criar estratégias de proteção (*hedge*) contra flutuações de preço dos certificados, e também para garantir o investimento em projetos de geração de energia a partir de renováveis.

Como exemplo de uma estratégia de *hedge*, poderíamos imaginar o caso de um produtor que cumpre sua cota de energia renovável através da compra de certificados e não tem planos de alterar sua conduta, ou seja, pretende continuar comprando certificados ao invés de investir em tecnologia própria de geração de energia a partir de fontes renováveis para garantir o cumprimento de sua cota.

Caso este produtor acredite que, no futuro, um eventual aumento na demanda pelos certificados eleve seu preço, atingindo um patamar superior ao que estaria disposto a pagar, pode tentar negociar hoje a compra destes certificados por um preço pré-definido como forma de se proteger desta possível elevação dos preços.

Cabe ressaltar também que a partir da existência de um mercado futuro de certificados verdes, novos investimentos em capacidade instalada de renováveis podem ser parcialmente viabilizados por recursos provenientes da venda de certificados para entrega futura.

Segundo NIERMEIJER e BENNER (apud SCHAEFFER et al., 1999), podemos identificar seis diferentes funções na institucionalização de um sistema de certificados verdes:

- 1- Emissão de certificados
- 2- Verificação do procedimento de emissão
- 3- Registro dos certificados e negócios
- 4- Mercado de troca
- 5- Contabilização dos certificados

6- Retirada dos certificados de circulação

A emissão dos certificados ocorre no momento em que a eletricidade “verde” é registrada no medidor. Para verificação dos procedimentos de emissão, cada certificado deve ser único e isoladamente identificável. O registro dos certificados e negócios poderia ser feito através de um número único, que represente um código para identificar características do certificado emitido/negociado (e.g. tipo fonte renovável gerada, data da produção e proprietário do certificado). Entre o momento da emissão e o momento da retirada de circulação, os certificados são contabilizados e podem ser negociados. A contabilização e a negociação dos certificados podem ficar a cargo dos proprietários dos certificados, ou de instituições como associações de produtores de energia. Os certificados são retirados de circulação quando os consumidores de energia prestam contas de sua obrigação (cota anual de consumo de eletricidade “verde”) apresentando-os para a autoridade de registro. Os certificados também podem ser retirados de circulação caso seu período de validade tenha expirado.

Para SCHAEFFER et al. (1999), além destas funções institucionais, existem outras questões que devem ser discutidas para que um sistema de certificados verdes negociáveis funcione de modo apropriado. Quatro dessas questões seriam a definição dos renováveis utilizados, os aspectos temporais da obrigação, a penalidade por não alcançar a meta estabelecida e as partes que devem possuir obrigações.

Com relação à definição dos renováveis utilizados, deve haver um acordo sobre as fontes de energia para as quais um certificado verde é válido. Em documentos da União Européia, por exemplo, a energia gerada por grandes hidrelétricas é considerada competitiva, e por isso excluída do escopo de apoio (SCHAEFFER et al., 1999). Entretanto, para TASSOS (2001), para garantir a justiça, todos os tipos de renováveis que contribuem para reduzir a emissão de CO₂ deveriam ser incluídos, o que significaria que mesmo grandes hidrelétricas e plantas de co-geração com biomassa e resíduos orgânicos deveriam estar aptas a receber e trocar certificados.

Todavia, tudo isto depende dos objetivos a serem alcançados com os certificados verdes, como, por exemplo, segurança energética (redução do consumo de petróleo), redução de poluição local, etc. Cabe ressaltar que estes objetivos podem ou não abranger a questão das mudanças climáticas (redução de emissão de CO₂).

O ponto no tempo onde as obrigações devem ser cumpridas, e o período de validade dos certificados devem ser determinados, pois estes dois aspectos têm grande influência sobre a estabilidade do sistema (SCHAEFFER et al., 1999). Caso os certificados sejam válidos apenas no ano de emissão, certificados produzidos em determinado ano subsequente não teriam mais valor algum a partir do momento em que as companhias de distribuição tenham cumprido as metas daquele ano.

Quando a oferta geral de certificados verdes é maior do que a demanda determinada pela meta estabelecida, o preço dos certificados diminuirá. Dada esta situação, os preços podem até mesmo chegar a zero no fim do ano para o qual a meta foi estabelecida. Para estabilizar o sistema, o período de validade dos certificados verdes deveria ser aumentado (SCHAEFFER et al., 1999).

Se não existir penalidade pelo não cumprimento das metas estabelecidas, o sistema de certificados verdes não irá funcionar (SCHAEFFER et al., 1999). Além disso, o valor da penalidade deve ser maior do que o preço de mercado dos certificados em uma proporção suficiente para evitar ser vantajoso aos agentes deixar de cumprir as metas através da compra de certificados.

Deve estar claro para quais atores as metas são definidas. As obrigações a respeito da parcela mínima de eletricidade proveniente de fontes renováveis de energia podem ser impostas aos distribuidores ou aos consumidores de eletricidade (SCHAEFFER et al., 1999).

Outras condições devem ser observadas para que o mercado de certificados verdes funcione de modo competitivo. Segundo SCHAEFFER et al. (1999), algumas destas condições são as relacionadas a seguir:

- Número suficiente de ofertantes e demandantes de modo a assegurar a liquidez do mercado, e também que um participante não possa isoladamente influenciar os preços praticados.
- Transparência no mercado, e iguais condições de acesso às informações relevantes para todos os participantes.

4.2 REFLEXÃO SOBRE O EFEITO COMBINADO DOS MERCADOS DE CERTIFICADOS VERDES E DE CARBONO NA PROMOÇÃO DE RENOVÁVEIS

Até certo ponto, as permissões negociáveis de poluição (TEP⁴⁴) e os certificados verdes negociáveis estão ambos relacionados à necessidade de implementar opções de redução de gases de efeito estufa (MORTHORST, 2001). Neste sentido, seria interessante que ambos pudessem ser negociados internacionalmente.

No caso das TEP para gases de efeito estufa, os créditos de emissão estão diretamente relacionados às permissões de emissão. Atuando como um importador líquido de emissões, um país pode aumentar suas emissões de gases de efeito estufa além da meta nacional, ocorrendo o oposto com os exportadores líquidos de permissões (MORTHORST, 2001).

A intenção original dos certificados verdes negociáveis é que o comércio internacional ocorra até que as metas nacionais específicas de desenvolvimento de tecnologias de energias renováveis sejam alcançadas (MORTHORST, 2001). Enquanto as permissões negociáveis de poluição influenciam diretamente as emissões de gases de efeito estufa, o mercado de certificados influencia as emissões indiretamente (MORTHORST, 2000).

⁴⁴ *Tradable Emission Permits.*

A redução de emissões ocorre a partir do momento em que uma tecnologia de produção de energia baseada em combustíveis fósseis é substituída por uma tecnologia que emita menos ou que seja baseada em fontes renováveis de energia.

No que diz respeito à precificação, existe uma relação mais ambígua entre as permissões negociáveis de poluição e o certificados verdes negociáveis (MORTHORST, 2001). Dependendo da configuração do sistema de permissões negociáveis, o valor para a sociedade da redução da emissão de gases de efeito estufa pode ser parcialmente ou totalmente incluído no preço da eletricidade no mercado à vista. Através do preço da eletricidade no mercado à vista, o valor das reduções de CO₂ pode também estar relacionado ao preço dos certificados verdes.

A idéia das permissões negociáveis de poluição⁴⁵ é alcançar reduções nas emissões de CO₂ através do estabelecimento de um conjunto de cotas (permissões) nacionais que podem ser negociadas nacional e internacionalmente (MORTHORST, 2003a). Com isso, as reduções de CO₂ tendem a ocorrer onde é menos custoso.

Em geral, existem duas diferentes abordagens para o sistema de permissões: o sistema de leilão e a abordagem onde cotas iniciais são distribuídas entre os produtores de energia de acordo com as emissões registradas nos anos anteriores, denominado *grandfathering* (MORTHORST, 2001).

A principal diferença entre as duas abordagens reside nos custos impostos aos produtores de energia. Apesar de ambas possuírem o mesmo ponto de partida (cotas, para um período de tempo, determinadas pela autoridade energética nacional), no caso do sistema de leilões, os produtores de energia têm que dar lances pelo preço que estão dispostos a pagar pelas permissões de emissão de CO₂, de forma diversa do sistema onde as cotas iniciais são gratuitamente distribuídas entre os produtores de energia.

⁴⁵ Para uma discussão mais detalhada sobre a fundamentação teórica deste mecanismo ver tópico 2.2.4 desta dissertação.

Assim, no sistema de leilões, as curvas de abatimento das emissões são estabelecidas e um preço marginal para as permissões negociáveis de CO₂ é definido no mercado. O custo marginal total da eletricidade produzida é influenciado de maneira igual, caso os produtores cumpram suas cotas de emissões através da compra de permissões negociáveis, ou caso estes produtores excedam suas cotas de emissões.

Caso os produtores de energia decidam manter suas emissões de CO₂ no nível estabelecido pelas cotas, darão lances pelas permissões de acordo com o custo de suas próprias opções tecnológicas de redução de emissões, determinando então, o custo marginal das permissões negociáveis. Assim, utilizarão suas opções tecnológicas disponíveis de redução de emissões e comprarão no mercado a quantidade residual de permissões negociáveis necessárias ao cumprimento de suas cotas. Os custos das opções de redução utilizadas e da quantidade emissões de CO₂ cobertas por permissões compradas serão incorporados ao custo marginal da eletricidade gerada.

Se por outro lado os produtores excederem sua cota de emissões, uma penalidade deverá ser paga, e o custo desta penalidade tornará maior o custo marginal da geração de eletricidade.

Em um mercado internacional de certificados verdes onde não existe um sistema de permissões negociáveis, o preço dos certificados é determinado pelo custo marginal de longo prazo de desenvolvimento de novas tecnologias de energias renováveis. Este custo estabelece o preço total por kWh que realizará o desenvolvimento de nova capacidade renovável para cobrir a cota anual de certificados verdes (MORTHORST, 2001).

O preço total para o desenvolvimento de novas tecnologias renováveis é então, composto por duas partes distintas: uma parte que, é coberta pela venda de eletricidade no mercado à vista; e outra parte residual, que deve ser coberta pelo preço dos certificados verdes (MORTHORST, 2001). Deve-se ressaltar que, para que o desenvolvimento desejado da capacidade de renováveis venha a ocorrer, não deve haver uma grande disparidade entre a parte residual e o preço dos certificados verdes. Caso

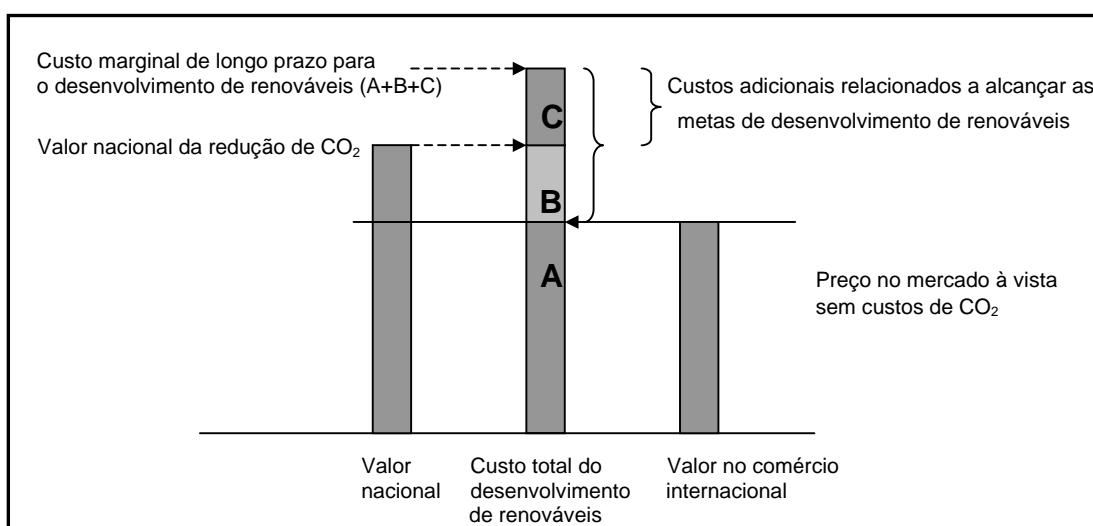
o preço dos certificados verdes seja muito baixo, o desenvolvimento da capacidade renovável não será suficiente para cobrir a cota.

Para o desenvolvimento doméstico de renováveis, o custo marginal de longo prazo pode ser subdividido em três partes, como mostrado na figura 8, onde:

A - Preço da eletricidade no mercado à vista

B - Valor da redução de CO₂ alcançado (equivalente ao custo de uma alternativa doméstica de redução de emissões)

C - Custos adicionais ao desenvolvimento de renováveis



Fonte: Elaboração própria a partir de MORTHORST (2001)

Figura 8: Divisão do custo total de desenvolvimento de renováveis sem a introdução de um sistema de permissões negociáveis

No caso de um mercado internacional de certificados verdes, o preço do certificado para o país comprador será igual a B + C. Contudo, estes certificados não carregam consigo o valor do crédito pela redução de CO₂ (representado pelo valor nacional da redução de CO₂), que permanece com o país vendedor dos certificados. O comércio internacional de certificados requer, deste modo, que os países compradores este-

jam dispostos a pagar um preço maior para atingir seus objetivos de desenvolvimento de fontes renováveis do que aqueles países que implementam as tecnologias renováveis (MORTHORST, 2001).

Quando se combina um sistema de certificados verdes com um sistema de permissões negociáveis, a questão de os certificados verdes não carregarem o valor dos créditos pela redução de emissão de carbono é alterada. Dependendo do sistema de permissões, o custo da redução de CO₂ é parcial ou totalmente incorporado ao preço da eletricidade no mercado à vista (MORTHORST, 2001).

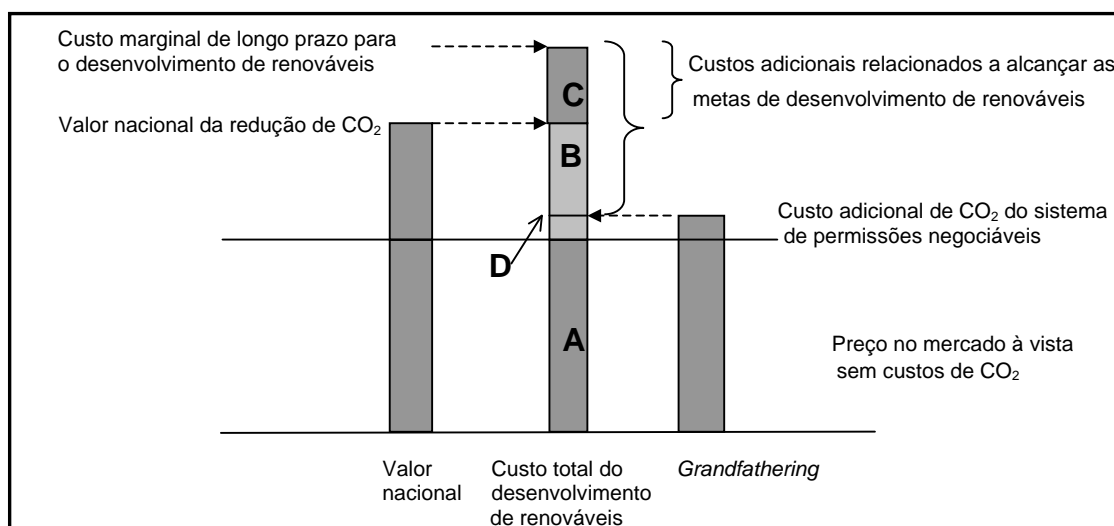
O caso da combinação entre um sistema de certificados verdes e um sistema de permissões de emissões baseado em *grandfathering* é mostrado na figura 9, onde:

A - Preço da eletricidade no mercado à vista sem qualquer custo de redução de CO₂ relacionado

B + D - Valor nacional da redução de CO₂

C - Custos adicionais ao desenvolvimento de renováveis

D - Custo adicional de CO₂ decorrente da introdução do sistema de permissões negociáveis



Fonte: Elaboração própria a partir de MORTHORST (2001).

Figura 9: Divisão do custo total de desenvolvimento de renováveis com a introdução de um sistema de permissões negociáveis baseado em *grandfathering*

Dado que no sistema de permissões baseado em *grandfathering* as cotas são impostas aos produtores de energia, e as permissões correspondentes a estas cotas são gratuitamente distribuídas entre os produtores, os custos de redução de CO₂ e os custos das permissões de emissões necessárias ao cumprimento da cota estabelecida são repassados ao preço da eletricidade no mercado à vista. Este repasse é descrito no gráfico apresentado na figura 10, que ilustra a situação de um produtor de energia sujeito ao sistema de permissões, onde:

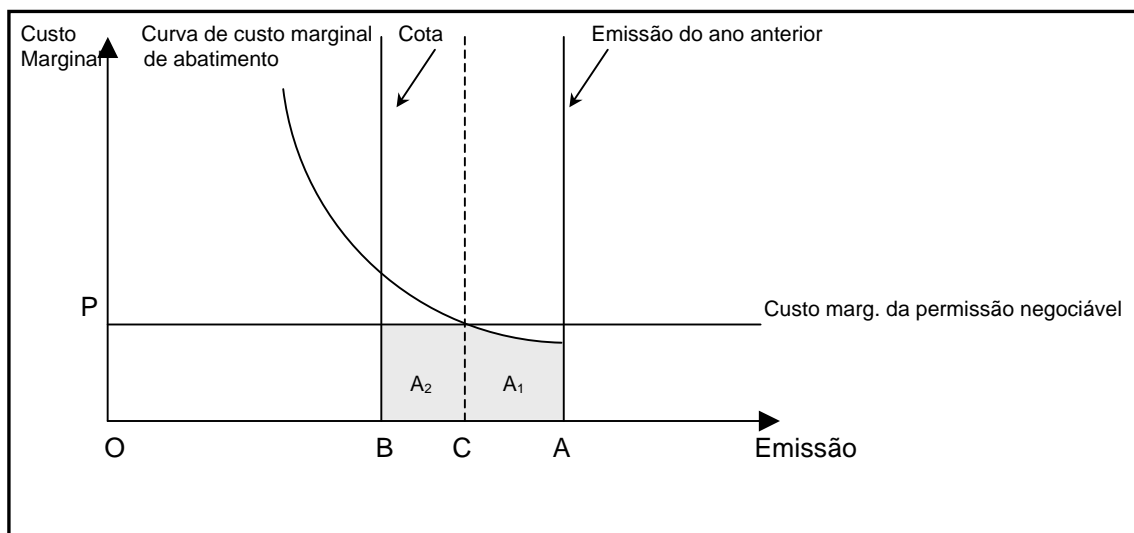
OA - Nível de emissões antes da implantação do sistema de permissões

OB - Nível de emissões após a implantação do sistema de permissões

BA - Redução de emissões requerida pelo sistema

P - Preço das permissões de emissões no mercado

C - Ponto onde é indiferente abater poluição ou comprar permissões negociáveis (CMg de abatimento = CMg da permissão negociável)



Fonte: Elaboração própria a partir de MORTHORST (2001).

Figura 10: Custos de redução para o produtor em um sistema de permissões baseado em *grandfathering*

As emissões de CO₂ do produtor no período anterior à implantação do sistema de permissões são representadas pelo intervalo OA. Sua cota de emissões após a implantação do sistema é representada pelo intervalo OB. Desta forma, sua redução de emissões necessárias é equivalente ao intervalo BA. O custo marginal de uma permissão de emissões é determinado pelo preço P (assumindo-se que existe um mercado internacional para as permissões de emissões).

No intervalo CA, o custo marginal de abatimento do produtor de energia é menor do que o custo das permissões de emissões no mercado, fazendo então com que seja mais barato utilizar suas próprias opções tecnológicas de redução do que comprar permissões de emissões.

Considerando a mesma produção de eletricidade do período anterior à implantação do sistema de permissões, o aumento do preço da eletricidade no mercado à vista após a implantação do sistema de permissões baseado em *grandfathering* será determinado pela área A₁+A₂, dividida pela produção total de eletricidade.

Em geral, espera-se que com a introdução de um sistema de permissões de emissões negociáveis baseado em *grandfathering*, o preço da eletricidade aumente (MORTHORST, 2001). Entretanto, a magnitude deste crescimento dependerá dos custos de abatimento do produtor.

O aumento de preço da eletricidade pago pelos consumidores do país onde as tecnologias de renováveis são desenvolvidas é representado pela área D da figura 9. Desta forma, o preço total da eletricidade no mercado à vista é representado por A+D, sendo maior do que quando não havia sido introduzido o sistema de permissões. Todavia, nesta situação há uma queda no preço do certificado verde (representado por B+C) e, além disso, o custo adicional de CO₂ relacionado ao sistema de permissões é consideravelmente menor do que o valor nacional da redução de CO₂.

Ao analisarmos a combinação de um sistema de certificados verdes com um sistema de permissão de emissões baseado em leilões, perceberemos que o aumento do preço da eletricidade no mercado à vista é maior do que o ocorrido quando houve a

combinação do sistema de certificados verdes com o sistema de permissão de emissões baseado em *grandfathering*. A extensão da diferença deste aumento é mostrada no gráfico apresentado na figura 11, onde:

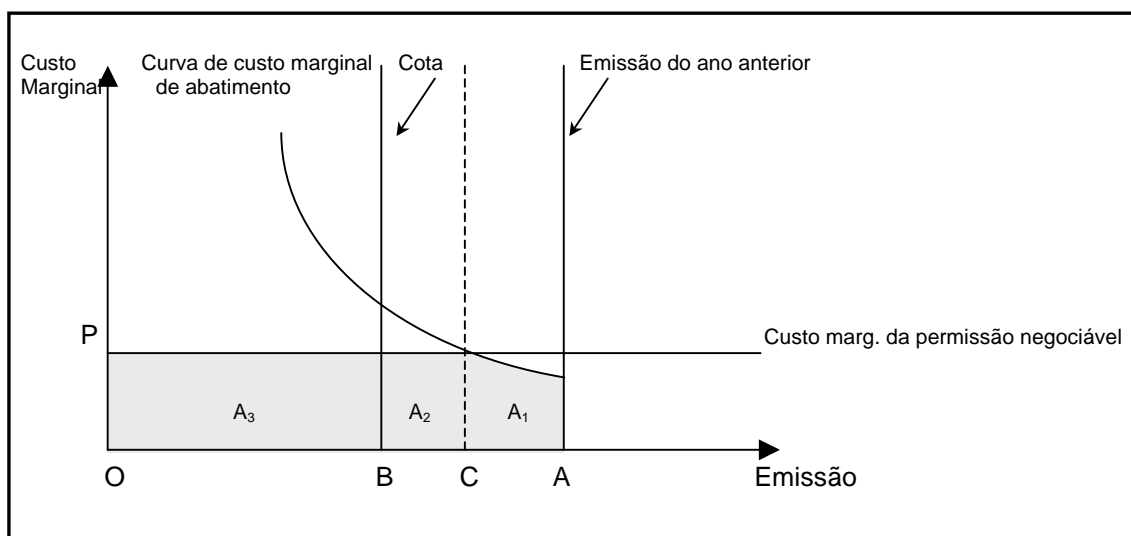
P - Preço da permissão de emissões, baseado no custo marginal da redução de CO₂.

OA - Nível de emissões no período anterior à implantação do sistema

OB - Nível de emissões da cota estabelecida

BA - Redução de emissões requerida pelo sistema

C - Ponto onde é indiferente abater poluição ou comprar permissões negociáveis (CMg de abatimento = CMg da permissão negociável)



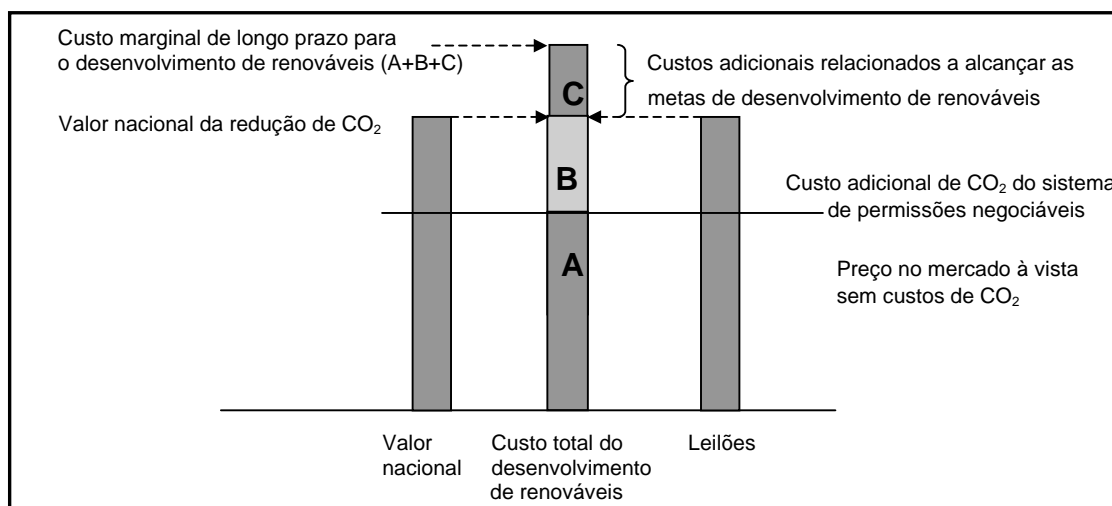
Fonte: Elaboração própria a partir de MORTHORST (2001).

Figura 11: Custos de redução para o produtor em um sistema de permissões baseado em leilões

Como no intervalo CA o custo marginal de abatimento do produtor é menor do que o preço das permissões de emissões, o produtor utilizará suas próprias opções tecnológicas de redução de CO₂. O intervalo OC representa a quantidade de permissões que o produtor comprará no mercado para cumprir sua cota de redução. Assim,

considerando o mesmo nível de produção de eletricidade do período anterior à implantação do sistema de permissões, o aumento médio do preço da eletricidade no mercado à vista derivado da introdução do sistema de permissões de emissões baseado em leilões é dado por $A_1+A_2+A_3$, dividido pela produção total de eletricidade.

Nota-se que o aumento do preço da eletricidade é quase equivalente ao preço das permissões de emissões, diferenciando-se apenas pela área onde os custos de abatimento do produtor são menores do que o preço das permissões de emissão.



Fonte: Elaboração própria a partir de MORTHORST (2001).

Figura 12: Divisão do custo total de desenvolvimento de renováveis com a introdução de um sistema de permissões negociáveis baseado em leilões

Na figura 12, podemos notar que com a introdução dos sistemas de permissão de emissões baseado em leilões, o preço à vista da eletricidade torna-se igual ao valor nacional da redução de CO_2 , representado por $A+B$. Assim, o preço do certificado verde, agora representado pela área C , se iguala aos custos adicionais de alcançar as metas de tecnologias renováveis. Neste caso, se um país implanta as tecnologias renováveis e negocia os certificados verdes internacionalmente, os custos adicionais de desenvolvimento de renováveis serão pagos pelo país comprador dos certificados.

Quando o sistema de certificados verdes é utilizado em combinação com um sistema de permissões de emissão baseado em leilões, nenhum outro país tem que pagar pela redução de CO₂ ocorrida no país que implantou as tecnologias renováveis, diferentemente de quando o sistema de certificados verdes é utilizado de maneira isolada ou em combinação com um sistema de permissões baseado em *grandfathering*. Assim, o uso de um sistema de leilões, quando é introduzido um sistema de permissões negociáveis, muda drasticamente a situação do mercado de certificados verdes (MORTHORST, 2001).

Como os certificados verdes não carregam o valor dos créditos pela redução de CO₂, não haverá incentivos diretos para o comércio internacional de certificados no âmbito da necessidade de redução de GEE. Para MORTHORST (2001), o comércio internacional de certificados apenas ajudará a garantir que as metas para o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável sejam alcançadas da maneira mais eficiente no que diz respeito aos custos.

Deve-se ressaltar que, como foi dito anteriormente, os objetivos dos certificados verdes na implantação de tecnologias renováveis podem não convergir com os objetivos da implantação de um mercado de carbono, que estaria mais diretamente envolvido com a questão das mudanças climáticas. Em determinadas situações, como a que os certificados verdes são utilizados para substituição de combustíveis fósseis por outras fontes renováveis de energia, sua implantação possivelmente reduziria as emissões de GEE. Entretanto, esta redução de emissões de GEE pode ser apenas um elemento agregado ao objetivo principal da implantação do sistema de certificados verdes, que poderia estar relacionado à segurança energética, por exemplo, não tendo relação direta com a questão de mudanças climáticas.

A respeito do fato de que os certificados verdes são mecanismos orientados ao mercado, e que neste sentido, buscam uma solução eficiente no tocante aos custos, existem algumas questões importantes:

Um problema diretamente relacionado a esta busca de uma solução eficiente em custos, é que tecnologias de energias renováveis imaturas podem nem mesmo ter a chance de penetrar no mercado. Para DEL RIO (2005), a relevância deste problema deriva do fato de que estas tecnologias podem ocultar um potencial que levaria a benefícios sociais futuros, mas no presente não possuem competitividade com outras tecnologias de energia renovável mais maduras.

Na hipótese de existência de um mercado internacional de certificados verdes, podemos, em um primeiro momento, concluir que, se os países envolvidos possuírem diferentes custos marginais para implantação de tecnologia de renováveis, os países com menor custo marginal serão exportadores de certificados, enquanto aqueles com maior custo marginal para implantação de tecnologias renováveis serão compradores de certificados verdes. Contudo, motivações sócio-econômicas (e.g. geração de empregos, desenvolvimento tecnológico endógeno) e ambientais podem levar o país que possui o maior custo marginal para implantação de tecnologia de energia produzida a partir de fontes renováveis a instalar estas plantas em solo nacional.

Além disso, cabe ressaltar a influência da existência de um mercado internacional de certificados de carbono sobre a política de promoção de fontes renováveis de energia baseada no mercado de certificados verdes, no caso de esta política visar o auxílio ao cumprimento das metas estabelecidas no Protocolo de Quioto.

A adoção de uma política eficiente em custos também deverá levar em conta o preço dos certificados de carbono no mercado internacional, uma vez que para o cumprimento das metas estabelecidas no Protocolo não importa o lugar onde as reduções de emissões de GEE ocorrem. Caso o custo de cumprir as metas de redução de emissões de GEE através da compra de certificados de carbono seja inferior ao custo de atingir tais metas através de uma política de promoção de renováveis baseada no mercado de certificados verdes, uma solução eficiente em custos inviabilizaria este último.

Como pode ser visto neste capítulo a relação entre os mercados de certificados verdes e de carbono para promoção de renováveis é bastante complexa, pois o mercado de certificados de carbono pode atuar de maneira complementar ao mercado de certificados verdes ou inviabilizá-lo, dependendo dos objetivos que se deseja alcançar com a política de promoção de renováveis, principalmente no que diz respeito ao fato de ser ou não uma solução eficiente em custos.

5 MERCADOS NACIONAIS DE CERTIFICADOS VERDES NEGOCIÁVEIS NO MUNDO

Na Diretiva⁴⁶ da União Europeia para produção de energia a partir de fontes renováveis, metas indicativas para contribuição de renováveis na produção bruta de eletricidade em 2010 foram definidas (DE VRIES et al., 2003). De acordo com o artigo cinco desta Diretiva, até 27 de outubro de 2005, os Estados Membros terão de emitir garantias de origem que assegurem que a eletricidade foi produzida a partir de fontes renováveis de energia (DEL RIO, 2005).

A maior parte dos mercados nacionais de certificados verdes negociáveis que começou a entrar em operação está em países da Europa. Além disso, em 1998, um grupo⁴⁷ de Companhias de Energia e Agências Governamentais de sete países europeus começou negociações para o estabelecimento de um sistema de certificados negociáveis europeu. Na estrutura deste sistema, todos os recursos energéticos, com exceção dos fósseis e nucleares podem obter certificação para serem negociados (DINICA e ARENTSEN, 2003), deste modo, cada país pode restringir sua própria definição de elegibilidade para certificação de renováveis de acordo com suas próprias políticas e interesses.

Existem iniciativas de utilização do mercado de certificados verdes em países fora do continente europeu, como Estados Unidos e Austrália, que foi o primeiro país a criar um mercado nacional de energia renovável usando certificados negociáveis (MOZUMDER e MARATHE, 2004).

Neste capítulo, serão apresentados os mercados de certificados verdes existentes nos Estados Unidos, Holanda, Reino Unido e Dinamarca.

⁴⁶ Diretiva 2001/77/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de setembro de 2001 para eletricidade produzida a partir de fontes renováveis de energia no mercado interno de eletricidade (OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001).

⁴⁷ Este grupo, chamado *Renewable Energy Certificate System* (RECS), reuniu representantes da Holanda, Bélgica, Dinamarca, Reino Unido, Itália, Noruega e Suécia (DINICA e ARENTSEN, 2003).

5.1 ESTADOS UNIDOS

A aceitação dos recursos energéticos renováveis como parcela do mercado de combustíveis apareceu entre os estados americanos na década de 1970. Em 1978, em resposta à crise energética, o governo federal lançou o *Public Utility Regulatory Policy Act* (PURPA), cuja implementação, monitoramento e desenvolvimento estavam a cargo da *Federal Energy Regulation Commission*.

O PURPA foi desenvolvido como resposta às principais preocupações da época, no que diz respeito à energia – suficiência e independência na oferta de energia (KITTLER, 2003). De acordo com o PURPA, as concessionárias⁴⁸ deveriam se interconectar e comprar toda energia ofertada por *qualifying facilities* (produtores ou cogeneradores de energia renovável), que, por sua vez, foram amplamente isentos de barreiras regulatórias e administrativas, de modo a facilitar seu desenvolvimento.

Embora o apoio federal fosse passivo, muitos estados tiraram vantagem da oportunidade oferecida pelo PURPA para reestruturar seus mercados de energia, desenvolvendo e implementando novas políticas energéticas (KITTLER, 2003).

Com o declínio do preço da energia durante os anos 80 e início dos anos 90, o movimento em direção às energias renováveis perdeu o ritmo, embora o processo de reestruturação do setor energético nunca tenha sido abandonado. A partir de meados da década de 1990, com as novas preocupações a respeito da Guerra do Golfo e da significativa volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional, houve o renascimento da busca de recursos energéticos alternativos para fortalecer a independência americana no fornecimento de energia.

Desregulamentar o setor energético e alcançar metas ambientais através da redução de GEE são duas tendências da política energética norte-americana contemporânea (MOZUMDER e MARATHE, 2004). A desregulamentação do setor energético

⁴⁸ Aqui definidas como empresas públicas e privadas encarregadas da geração, transmissão e/ou distribuição de energia elétrica para uso público.

permite que os consumidores comprem energia do distribuidor de sua preferência. Esta liberalização do setor elétrico foi implantada a partir do *Energy Policy Act* de 1992, que abriu o mercado para geração competitiva no atacado (MENZ, 2005). Em contraste à relutância que as instituições federais mostram em promover ativamente os renováveis, muito progresso com relação à “energia verde” é realizado em nível estadual (KITTLER, 2003). Quase todos os estados têm adotado políticas e programas com intuito de aumentar o uso de fontes de energia mais limpas.

A divisão constitucional do poder entre os níveis federal e estadual fornece aos estados a liberdade para implementar políticas de maneira independente em áreas sob sua responsabilidade, como, por exemplo, regulação de eletricidade e sistema tributário estaduais (KITTLER, 2003). Esta divisão, somada à diferença existente entre os estados no tocante às suas condições físicas e econômicas leva à adoção de diversas abordagens utilizadas para a promoção de fontes renováveis de energia, que podem abranger incentivos financeiros, programas voluntários, normas, regulações e políticas. Segundo MENZ (2005), em 1996, Califórnia e Rhode Island foram os primeiros estados a aprovar legislação para reestruturação de sua indústria de eletricidade, dando aos seus consumidores o direito de escolher seu fornecedor de energia (MENZ, 2005).

Nos Estados Unidos existem diversos mecanismos de promoção de eletricidade “verde”, que podem ser divididos em três grandes grupos⁴⁹: incentivos financeiros, leis e regulações, e programas voluntários. Os incentivos financeiros incluem subsídios para o custeio de projetos de eletricidade “verde”, incentivos fiscais e provisões para empréstimos realizados com baixas taxas de juros ou mesmo sem taxa de juros (MENZ, 2005).

⁴⁹ Para uma discussão detalhada sobre estes grupos vide KITTLER (2003).

As leis e regulações são estabelecidas pelo governo para promover as fontes renováveis de energia e definem um determinado conjunto de requerimentos e padrões (KITTLER, 2003). Os programas voluntários têm por objetivo aumentar a consciência e o entendimento acerca de tecnologias de energia renovável na sociedade (KITTLER, 2003).

Dentro do escopo deste trabalho, dentre todas as abordagens de promoção de renováveis utilizadas nos Estados Unidos, será discutido especificamente um mecanismo regulatório, o *Renewables Portfolio Standard* (RPS), por se tratar de política que, em alguns estados americanos, utiliza certificados verdes para o cumprimento das metas estabelecidas. O RPS é uma política que requer que as concessionárias incorporem uma parcela de energia renovável em seu portfólio de eletricidade (WISER et al., 2004). Segundo BECK et al. (apud MOZUMDER e MARATHE, 2004) trata-se de uma política flexível orientada ao mercado, que pode garantir os benefícios ambientais da produção de energia renovável.

Usualmente, o RPS se aplica a todas as fontes renováveis de energia, com a parcela mínima de energia renovável no portfólio de eletricidade das concessionárias variando em um intervalo compreendido entre 0,2% e 1,0% (KITTLER, 2003). A partir disso, cresce anualmente, até que a combinação de fontes de energia proposta seja alcançada em um dado período de tempo.

Até o final de 2003, quinze estados americanos haviam adotado o RPS (MENZ, 2005). Em treze estados americanos o RPS é adotado por lei, com as condições demonstradas na tabela 3. Os estados do Hawaii e do Illinois tentam seguir voluntariamente um conjunto de metas estabelecidas para eletricidade produzida a partir de fontes renováveis de energia.

Nos Estados Unidos, a idéia da utilização de Créditos Negociáveis de Energia Renovável (*Tradable Renewable Energy Credit* – TREC) para o cumprimento de metas ambientais vem se popularizando. Os TRECs são instrumentos baseados em mercado, utilizados para reduzir a emissão de GEE por parte dos produtores de energia, e

representam “o quão verde” é uma unidade de energia renovável produzida. Seu preço deve refletir o prêmio do custo de produzir eletricidade a partir de fontes renováveis de energia, em relação ao preço de mercado de eletricidade gerada de maneira convencional.

Para MOZUMDER e MARATHE (2004), sua vantagem reside no fato de que permitem que a unidade de eletricidade gerada seja dividida em duas partes: a eletricidade física e seus “atributos verdes”. Ao separar os atributos ambientais da geração de energia renovável da unidade física de eletricidade gerada, os TRECs permitem que os “atributos verdes” sejam vendidos separadamente da unidade de eletricidade física (MITCHELL e ANDERSON, 2000).

A utilização dos TRECs permite que concessionárias adiem decisões de investimento em geração própria de energia renovável, dando tempo suficiente para que estas possam conseguir informações adicionais sobre as opções de projetos disponíveis.

Um inconveniente na utilização dos TRECs é que sua aquisição, sem que haja geração de KWh localmente, não torna visível para a comunidade a produção de energia renovável e, assim, pode suscitar reações negativas entre os consumidores, especialmente aqueles que desejariam pagar um prêmio por “energia verde” (BERRY, 2002).

Segundo BERRY (2002), em Nevada, Texas e Wisconsin os Créditos Negociáveis foram incorporados ao projeto legislativo ou regulatório. Já no estado do Arizona, a utilização dos TRECs surgiu espontaneamente, tão logo as concessionárias começaram a buscar fornecedores de energia renovável para cumprir seus requerimentos no *Renewables Portfolio Standard*.

Tabela 3 - Visão geral do RPS por estados norte-americanos

Estado	Requerimentos	Elegibilidade Tecnológica
Arizona	<ul style="list-style-type: none"> • 0.2% em 2001 + 0.2 anualmente • 1.0% em 2005 + 0.05% anualmente • 1.1% de 2007 até 2012 	<ul style="list-style-type: none"> • 60.0% solar fotovoltaica e solar térmica em 2007 • 40.0% biogás, eólica e biomassa em 2007
Califórnia	Companhias elétricas aumentem vendas de energia renovável no mínimo 1% por ano até alcançar 20% em 2017	Solar, eólica, biomassa, biogás e geotérmica
Connecticut ^A	<ul style="list-style-type: none"> • 1.0% em 2004 • 7.0% em 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • tecnologias Classe I: solar, eólica, novas PCH's, biomassa e biogás • tecnologias classe II: PCH's já existentes, resíduos sólidos, outras biomassas
Iowa	Média de 105 MW; igualar 2.0% das vendas de 1999	Solar, eólica, metano e biomassa
Maine	30.0% das vendas em 2000, a partir de 2001, como condição de licenciamento	Energia das marés, solar, eólica, geotérmica, hidrelétrica, biomassa e resíduos sólidos
Massachusetts	<ul style="list-style-type: none"> • 1.0% em 2003 + 0.5% anualmente • 4.0% em 2009 • 1.0% por ano após expiração da data definida pela Divisão de Recursos Energéticos 	Solar, eólica, ondas, marés, biogás, biomassa, resíduos sólidos e hidrelétrica
Minnesota	<ul style="list-style-type: none"> • 425 MW de eólica em 2002 • 125 MW de biomassa em 2002 • +400MW de eólica em 2012 • 4.8% do total em 2012 	Eólica e biomassa
Nevada	<ul style="list-style-type: none"> • 5.0% das vendas de eletricidade para consumidores no varejo em 2003. • +2.0% a cada 2 anos • 15% em 2013 	<ul style="list-style-type: none"> • eólica, solar, geotérmica, biomassa • mínimo de 5% de solar nas vendas totais
New Jersey ^B	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5% em 2001 • 1.0% em 2006 • +0.5% anualmente • 4.0% em 2012 	<ul style="list-style-type: none"> • tecnologias Classe I: solar, eólica, geotérmica, ondas e marés, biomassa, biogás • tecnologias classe II: hidrelétrica e resíduos sólidos
New Mexico	<ul style="list-style-type: none"> • 5.0% em 2006 • +1.0% anualmente • 10.0% em 2011 	Eólica, solar, geotérmica, biomassa, hidrelétrica e biogás
Pennsylvania	Dependendo da companhia: <ul style="list-style-type: none"> • 20.0% de seus consumidores residenciais com 2.0% de energia renovável em 2001 com aumento anual de 0.5% da cota de renováveis. • Em 2003, 20.0% de consumidores com 0.2% de energia renovável. Em 2004, 80.0% de consumidores com esta cota. 	Renováveis (exceto hidrelétrica)
Texas	<ul style="list-style-type: none"> • 1280 MW em 2003 • 1730 MW em 2005 • 2280 MW em 2007 • 2880 MW em 2009 	Solar, eólica, geotérmica, hidrelétrica, ondas, marés, biomassa e biogás
Wisconsin	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5% em 2001 • 2.2% em 2011 	Solar, eólica, biomassa, geotérmica e marés

^A Tecnologias Classe I meta de 1.0% em 2004 aumentando para 7.0% em 2010. Tecnologias Classe II: meta constante de 3.0%.

^B Tecnologias Classe I: meta de 0.5% em 2001 e 4.0% em 2012. Tecnologias Classe II: meta constante de 2.5%.

Fonte: Elaboração própria a partir de KITTLER (2003).

Cada um dos estados americanos que adotou o RPS tem características específicas, que em muitos casos reflete a situação de sua oferta de energia e dos tipos de fontes renováveis que são tecnicamente viáveis. O percentual de energia produzida a partir de fontes renováveis que deve ser gerada para cumprimento do RPS também varia entre os estados, conforme demonstrado na tabela 3.

Existem dificuldades na implantação de um mercado de TRECs em que estes possam ser negociados entre os estados americanos, pois dada as características específicas do RPS adotado por cada estado, um grande número de fatores precisa ser acordado entre os participantes.

Para superar estas dificuldades, os estados não precisam definir um RPS único, mas é necessário que ao menos exista um único padrão para obtenção dos créditos, ou seja, é preciso definir determinados parâmetros comuns, como quais fontes de energia renováveis serão consideradas elegíveis, e qual será o período de validade dos certificados.

Entre as políticas estaduais do RPS, a utilizada pelo Texas tem sido a mais bem sucedida no sentido de promover energias renováveis a um custo razoável (WISER et al., 2004). Para LANGNISS e WISER (2003), o sucesso do RPS adotado no Texas deve-se a alguns fatores como forte apoio político e compromisso regulatório; obrigações de compra de longo prazo previsíveis, levando a novos desenvolvimentos e economia de escala; mecanismo de penalização confiável; mecanismos de flexibilização que asseguram que os produtores tenham toda a oportunidade possível de cumprir suas obrigações e o mercado de certificados verdes, que além de fornecer uma flexibilidade adicional aos produtores de eletricidade, aumenta a liquidez do mercado e reduz os custos de se manter em conformidade com os padrões adotados.

Cabe também ressaltar o papel da Califórnia, que possui uma das mais complexas políticas de RPS entre os estados americanos. As metas são agressivas, requisitando anualmente um adicional de 1% na produção de energias renováveis existente, até que o objetivo final de 20% seja alcançado em 2017 (WISER et al., 2004).

Além disso, a Califórnia lidera a implementação e execução de políticas de incentivos financeiros à produção de energia renovável nos Estados Unidos, com sete medidas incluídas em seu código legislativo (KITTLER, 2003), assim como também lidera a adoção de padrões de eficiência para equipamentos, normas energéticas para a construção e programas de eficiência energética de concessionárias (GELLER, 2003).

Criar políticas eficazes de RPS nos Estados Unidos tem se mostrado um processo desafiador. Segundo WISER et al. (2004), algumas das críticas e armadilhas mais comuns enfrentadas pelos estados americanos na implementação do RPS são:

- Aplicabilidade restrita,
- Condições de oferta e demanda mal equiparadas,
- Duração e estabilidade de metas insuficientes, e
- Aplicação insuficiente da lei

Além disso, ainda existem algumas outras barreiras ao mercado de eletricidade verde nos Estados Unidos, como as citadas por MENZ (2005): custos de produção de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia relativamente altos, falta de consciência dos consumidores sobre produtos de energia “verde” e a relativa abundância de carvão e outras fontes convencionais de energia.

As políticas de RPS adotadas por alguns estados americanos como Texas, Iowa e Minnesota têm se mostrado bem sucedidas com relação à promoção de energia renovável, enquanto as políticas de RPS em vigor em estados como Connecticut, Maine e Pennsylvania não têm conseguido obter o mesmo sucesso devido a fatores como instabilidade das metas definidas, falta de mecanismos de penalização pelo não cumprimento das metas e má definição dos critérios de elegibilidade das fontes renováveis de energia (WISER et al., 2004). Apesar destes resultados iniciais, a aplicação do RPS ainda é muito recente para uma avaliação definitiva sobre o seu resultado entre os estados americanos.

5.2 HOLANDA

Através do Plano de Ação Ambiental (MAP⁵⁰) 1991-2000, o governo holandês passou a apoiar significativamente a implementação de fontes de energia renováveis. No ano de 1997, as companhias de distribuição de eletricidade holandesas acordaram com o governo, como parte do Plano de Ação Ambiental, uma meta voluntária de fornecer 1700 GWh de energia renovável aos consumidores ao final do ano 2000, o que seria equivalente a cerca de 3% do total do volume de energia elétrica distribuída.

Em janeiro de 1998, um sistema de certificados verdes (*groen label*) foi lançado pela *EnergieNed*⁵¹ como forma de cumprir esta meta voluntária (MADLENER e FOUQUET, 1999). Este sistema esteve operacional por dois anos apenas e foi encerrado no início de 2001 (DINICA e ARENTSEN, 2003). Um problema relacionado a este sistema era o fato de a própria *EnergieNed*, ao invés de uma instituição independente, estar encarregada do fornecimento dos créditos aos produtores de energia renovável, comprometendo a credibilidade do sistema.

Desde 2000, a política energética mais importante tem sido a REB⁵²: uma combinação de estímulo financeiro ao consumo de eletricidade “verde” de um lado, e apoio à produção de energia renovável de outro (DE VRIES et al., 2003). A REB foi introduzida em outubro de 1996 para estimular os consumidores a pouparem energia através da imposição de altas taxas (crescentes anualmente) sobre o consumo de eletricidade e gás natural (DINICA e ARENTSEN, 2001). Os recursos arrecadados com a REB poderiam ser utilizados para subsídio da produção de energia renovável ou para financiar investimentos em novas plantas de geração de energia renovável.

Inicialmente, a REB deveria ser paga independentemente dos tipos de recursos energéticos utilizados na geração de eletricidade, entretanto, desde janeiro de 1998,

⁵⁰ *Milieu Actie Plan*.

⁵¹ Organização de companhias elétricas holandesas.

⁵² *Regulerend Energiebelasting* (Taxa de Regulação da Energia), também conhecida como *ecotax*.

os geradores domésticos e os vendedores de eletricidade “verde” importada estão isentos da taxa.

A isenção da taxa corresponde a uma redução no preço por kWh de energia que deixa a energia produzida a partir de fontes renováveis no mesmo nível de preços de fontes de energia tradicionais. Como resultado, a demanda por energia renovável cresceu drasticamente, e os produtores holandeses não conseguem suprir esta demanda (MEYER, 2003).

Entretanto, segundo MEYER (2003), desde 2002 os fornecedores de eletricidade holandeses podem importar energia produzida a partir de fontes renováveis, desde que as seguintes condições sejam cumpridas:

- A oferta deve ser crivelmente certificada como fonte renovável de energia.
- A energia renovável importada não pode ter obtido subsídios estatais.
- A energia renovável deve ser entregue fisicamente.
- A abertura de mercado do país exportador deve pelo menos estar no mesmo nível que o da Holanda.

Em 2001, houve a liberalização do mercado de eletricidade e os consumidores passaram a poder escolher o fornecedor de eletricidade verde de sua preferência. No mesmo ano, um novo sistema voluntário de certificados verdes foi introduzido na Holanda com o objetivo de estimular a produção doméstica de eletricidade “verde”. Neste sistema, a produção de eletricidade “verde”, assim como as trocas de certificados, são registradas eletronicamente, e a validade dos certificados é de um ano. Estes certificados verdes têm sido utilizados para validação e monitoramento da produção e venda de eletricidade “verde” sob o regime da REB (DE VRIES et al., 2003).

Como forma de facilitar a administração do sistema, os certificados emitidos podem ter vários “tamanhos”, mas estes devem ser múltiplos de 1MWh. De acordo com DINI-

CA e ARENTSEN (2003), a coordenação do sistema tanto em termos de fluxos de eletricidade física como em termos de administração (eletrônica) dos certificados verdes está a cargo do Operador Nacional do Sistema da Rede de Alta Voltagem (*TenneT*).

O sistema de certificados verdes está ligado ao esquema de isenção de taxas, o que garante que os compradores finais de certificados verdes estejam isentos de pagar a REB pela eletricidade que seus certificados representam. Logo, se determinada quantia de eletricidade “verde” registrada pelo *TenneT* sob o esquema de certificados é consumida, este retira o número do certificado da base de dados e comunica a autoridade responsável a elegibilidade da eletricidade “verde” para isenção da taxa (DINICA e ARENTSEN, 2003). Desta forma, a isenção de taxas ocorre apenas quando há o efetivo consumo da eletricidade “verde”, e não pelo fato de um certificado haver sido emitido.

Segundo DINICA e ARENTSEN (2003), neste novo sistema, em congruência com a Lei de Eletricidade de 1998, eletricidade “verde” passível de recebimento de certificados é aquela gerada por hidrelétricas com capacidade menor do que 15MW, ou através de energia eólica, solar, ou de instalações onde a biomassa é termicamente processada sem queima ou mistura adicional de sintéticos.

Em julho de 2003 este sistema foi adaptado, sendo parcialmente substituído por um sistema denominado MEP⁵³. A essência do MEP é estimular a qualidade ambiental da eletricidade gerada subsidiando produtores domésticos de eletricidade produzida a partir de fontes renováveis por cada kWh lançado na rede (SIJM, 2003).

Com a introdução deste sistema houve uma diminuição no valor da isenção da REB, como forma de reduzir as perdas com importações de energia renovável. Na estrutura do MEP, a receita dos produtores de energia renovável é proveniente de três principais fontes: a venda de eletricidade no mercado, o mercado de certificados ver-

⁵³ *Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie* (Qualidade Ambiental da Produção de Eletricidade).

des e os subsídios recebidos do *TenneT* com base em sua produção (VAN SAMBEEK e VAN THUIJL, 2003).

A demanda por certificados verdes vem de fornecedores de eletricidade que podem usar os certificados para requisitar a isenção da REB. Como os certificados verdes associados à energia renovável produzida no exterior também são elegíveis para isenção da REB, produtores domésticos e estrangeiros competem no mercado de certificados verdes. Portanto, o preço de mercado dos certificados verdes depende do nível da isenção da REB e da competitividade da energia renovável importada (VAN SAMBEEK e VAN THUIJL, 2003).

Para DINICA e ARENTSEN (2003), a indústria energética holandesa apóia a idéia do mercado de eletricidade verde por diversas razões. A primeira delas é que as companhias elétricas estão em geral buscando melhorar sua imagem “verde” como forma de atrair mais consumidores. A segunda razão é que estas companhias estão em busca de um preço mais baixo para a eletricidade “verde”, o que o mercado de certificados verdes pode proporcionar. Além disso, estão em busca de uma maior produção de eletricidade “verde”, pois como foi dito anteriormente, a demanda por eletricidade verde na Holanda ainda é maior do que a oferta interna disponível.

Em contraste com os outros sistemas de apoio às fontes de energia renováveis apresentados neste trabalho, o sistema holandês é de natureza voluntária, o que significa que não é capaz de fornecer qualquer garantia sobre o nível de demanda de eletricidade “verde”, o que gera um ambiente de incerteza entre os potenciais investidores. O aumento da demanda por eletricidade “verde” depende fortemente do mecanismo de preços baseado na isenção da REB, e a continuidade deste mecanismo é essencial para o sucesso do mercado de certificados verdes (DINICA e ARENTSEN, 2003).

O sistema de certificados verdes com obrigação de compra possui algumas vantagens sobre o sistema voluntário como a melhor divisão de custos entre os participantes do mercado e o fato de proporcionar maior certeza sobre a demanda de e-

nergia “verde”, provocando acirramento da competição entre os produtores de eletricidade. Para DINICA e ARENTSEN (2003), quando as obrigações são impostas de maneira apropriada, o sistema pode induzir a melhorias em custo e performance na produção de eletricidade verde.

Outro problema relacionado ao sistema holandês é o fato de que caso a isenção da REB deixe de existir o preço da eletricidade “verde” estará bem acima do preço da eletricidade convencional, o que pode fazer com que poucos consumidores estejam dispostos a pagar pela eletricidade “verde”, o que traz dúvidas sobre a real capacidade do sistema voluntário impulsionar a produção eletricidade “verde” na Holanda no longo prazo.

5.3 REINO UNIDO

A exemplo de outros países industrializados, o Reino Unido tem empreendido programas de pesquisa sobre energia renovável desde meados da década de 1970. Em 1982, um grande trabalho para estabelecer uma metodologia pela qual o potencial e o custo de uma tecnologia pudesse ser avaliado foi realizado pelo ACORD – *Advisory Council on Research and Development for Fuel and Power* (MITCHELL, 1995). Este trabalho foi posteriormente atualizado nos anos de 1986, 1988 e 1994.

O *Electricity Act* de 1989 privatizou e reestruturou a indústria elétrica no Reino Unido, levando a completa abertura do mercado no final de 1998 (MEYER, 2003). O *Non-Fossil Fuel Obligation* (NFFO) foi desenvolvido a partir da necessidade de encontrar meios de apoiar a energia nuclear, uma vez que foi percebido que a parcela de energia nuclear da indústria não poderia ser privatizada em 1989 (MITCHELL, 1995).

Segundo MEYER (2003), durante a década de 1990, o principal sistema de apoio aos renováveis no Reino Unido era o NFFO. Este sistema exigia que companhias regionais de eletricidade comprassem uma certa quantidade de eletricidade nuclear

e renovável (MITCHELL, 1995). O seu objetivo era alcançar uma capacidade instalada de 1500MW no ano 2000 (HAAS et al., 2001). Este sistema conferia contratos com preços fixos a produtores que eram selecionados, com base em competição de preços, em várias categorias de tecnologia de produção de eletricidade a partir de fontes renováveis. A concessão dos contratos estava a cargo da *Non-Fossil Fuel Purchasing Authority* (NFPA), sendo que o custo destes contratos era coberto por uma taxa imposta aos consumidores através da conta de energia elétrica.

O NFFO resultou em preços reduzidos⁵⁴, o que pode ser parcialmente derivado do fato que os melhores locais para implantação de energia eólica estivessem envolvidos (MEYER, 2003). Contudo, em 2000, menos de um terço dos projetos de energia eólica havia sido efetivado, levando a uma capacidade instalada inferior a 400MW. Para HAAS et al. (2001), uma das razões para insucesso foi a submissão de preços irrealistas à licitação de preços, como forma de garantir os contratos, fato que, para CONNOR (2002), era decorrente da falta de penalização pelo não cumprimento dos contratos concedidos. Além disso, ainda havia os problemas da oposição local à instalação de fazendas eólicas em determinadas áreas, e dos procedimentos burocráticos para obter consentimento para instalação das plantas (MEYER, 2003).

O NFFO tem promovido aproximadamente 85% da eletricidade gerada a partir de fontes renováveis no Reino Unido, mas a capacidade total atingida equivale a apenas cerca de 3% do fornecimento de energia elétrica naquele país (MEYER, 2003).

As metas e objetivos da política de energias renováveis no Reino Unido estão fortemente relacionadas com as metas do Programa de Mudanças Climáticas de novembro de 2000 (DE VRIES et al., 2003). Este programa foi instituído para definir as estratégias que devem ser adotadas de modo que o Reino Unido consiga cumprir suas metas de redução de GEE acordadas no Protocolo de Quioto. O governo britânico

⁵⁴ Para uma análise detalhada dos preços resultantes para as diferentes fontes renováveis de energia nas cinco rodadas de NFFO realizadas vide MITCHELL (2000).

trabalha com uma meta de que em 2010, 10% da eletricidade do Reino Unido seja fornecida a partir de fontes renováveis de energia (MADLENER e FOUQUET, 1999).

Em 1º de abril de 2002 foi implementada a Obrigação de Renováveis (*Renewables Obligation* – RO), que requer que uma proporção crescente da eletricidade fornecida pelos distribuidores seja obtida a partir de fontes renováveis. Assim, os distribuidores devem fornecer 3% de sua oferta anual de eletricidade no período 2002-03 (inicialmente⁵⁵ crescendo para 10,4% no período 2010-11 e então permanecendo no mesmo nível até 2027), a partir de uma lista de tecnologias de renováveis específicas (MITCHELL e CONNOR, 2004). O RO é um esquema de *Renewables Portfolio Standard* com certificados negociáveis (LAUBER, 2004). A partir do surgimento deste sistema, o mecanismo anterior de apoio aos renováveis no Reino Unido, o NFFO, está sendo abandonado.

Dentro da política do RO, a eletricidade produzida a partir de fontes renováveis dentro do Reino Unido é recompensada com Certificados de Obrigação de Renováveis (ROCs⁵⁶). Os produtores podem gerar sua própria eletricidade “verde” ou cumprir sua cota através da compra de ROCs no mercado, onde 1 ROC = 1MWh (MITCHELL e CONNOR, 2004). Este sistema é controlado pelo *Office of Gas and Electricity Markets* (OFGEM)⁵⁷ e deve ser aplicado até 2025 (MEYER, 2003). Os produtores também podem pagar uma “penalidade” (*buy-out*) (estipulada inicialmente em 3 libras/kWh, sendo indexada à inflação para os anos seguintes) para ficarem livres do cumprimento da cota de eletricidade “verde”.

O montante arrecadado com o pagamento das penalidades é distribuído aos produtores que cumpriram suas cotas, em quantia proporcional ao cumprimento, ou seja, um fornecedor que tenha apresentado 5% do total dos ROCs apresentados re-

⁵⁵ Em dezembro de 2003 o governo britânico anunciou o aumento da meta para 15% no período 2015-16 para reduzir o risco do RO não induzir suficientemente o investimento em renováveis (DTI apud MITCHELL e CONNOR, 2004).

⁵⁶ *Renewables Obligation Certificates*.

⁵⁷ Agência reguladora dos mercados de gás e eletricidade no Reino Unido.

cebe 5% do total arrecadado com o pagamento das “penalidades” (MITCHELL e CONNOR, 2004).

Desta forma, os produtores que geram maior quantidade de eletricidade “verde”, ou comprem mais ROCs, recebem uma maior proporção do valor arrecadado com o pagamento de penalidades (MEYER, 2003). Os principais efeitos deste sistema é que os produtores têm um maior incentivo para cumprir suas obrigações e que o preço de mercado dos ROCs pode ir além do valor máximo aparente de 3 libras/kWh (MEYER, 2003).

De acordo com MITCHELL e CONNOR (2004), no escopo do RO a eletricidade renovável tinha o seguinte valor por kWh em 2003:

- Cerca de 3 libras por ROC (desde que a demanda exceda a oferta)
- 1,5-1,8 libras pela energia (ao nível de meados de 2003)
- 0,086 por certificado de isenção de taxa⁵⁸ (*levy exemption certificate* – LEC)
- 1,5 libras pela participação na arrecadação da penalidade

Chega-se assim a um valor entre 6 e 7 libras por kWh. Preço consideravelmente maior do que os preços⁵⁹ disponíveis nas últimas rodadas do NFFO (MITCHELL e CONNOR, 2004).

É importante ressaltar o fato de que o valor dos ROCs e dos fundos arrecadados com o pagamento de “penalidades” pelo não cumprimento de metas estão diretamente relacionados com a oferta e demanda de eletricidade renovável. Quanto mais próximo da demanda estiver a oferta de eletricidade gerada a partir fontes renováveis, menor será o valor arrecadado com as “penalidades” (MITCHELL e CONNOR, 2004).

⁵⁸ Segundo MITCHELL et al. (2004), sob os acordos da taxa de mudanças climáticas (*climate change levy* – CCL), determinados grandes usuários de energia são capazes de reduzir o pagamento normal da CCL (0,43 libras por kWh) para 1/5 (i.e. 0,086 libras por kWh) se comprem eletricidade “verde” de plantas elegíveis ou empreenderem medidas de eficiência energética. Isto fornece um valor para certificados de isenção de taxa (LEC = 1 MWh).

⁵⁹ Nas últimas rodadas do NFFO (NFFO4 e NFFO5) os preços médios por kWh eram 3,46 libras e 2,71 libras, respectivamente (MITCHELL, 2000).

Uma vez alcançada a meta anual, não haverá valor arrecadado com pagamento de “penalidades”. Caso a oferta de eletricidade “verde” supere a demanda, os distribuidores podem escolher de quem comprar eletricidade, e aqueles geradores que não conseguirem contratos para o fornecimento de eletricidade “verde” não receberão ROCs nem tampouco o valor arrecadado com o pagamento de “penalidades” (MITCHELL e CONNOR, 2004). Além disso, o valor dos ROCs tende a declinar com o aumento da disponibilidade de fornecedores.

Para MITCHELL et al. (2004), algumas das vantagens do RO são:

- Ele age como um sistema de contabilização para verificar se a obrigação foi cumprida;
- Todos os fornecedores são legalmente obrigados a cumprir sua obrigação, embora sejam capazes de escolher a forma de cumpri-la;
- Os fornecedores têm que pagar até 3 libras por kWh para cumprir sua obrigação. O RO é por isso um meio de gerar recursos para o financiamento de renováveis externo por parte do governo;
- O RO facilita a troca que permite que as obrigações sejam cumpridas comprando eletricidade física conjuntamente com ROCs ou comprando ROCs isoladamente no mercado (SANTOKIE apud MITCHELL et al., 2004)
- Ele permite que os fornecedores repassem os custos para os consumidores.

Apesar das vantagens descritas, o RO é um mecanismo complexo e tem algumas falhas, como as descritas por MITCHELL e CONNOR (2004):

- Não induz a entrada de novos ou pequenos competidores no mercado;
- É baseado apenas em eletricidade. Desta forma, tecnologias que não são baseadas em produção de eletricidade não são incentivadas;

- Apenas incentiva tecnologias que sejam mais baratas do que 6-7 libras por kWh, isto é, tecnologias que já estejam próximas do mercado. Deste modo, não há incentivo para tecnologias de renováveis emergentes.

Dado seu relacionamento com as condições de demanda e oferta de eletricidade “verde”, o RO é um mecanismo que oferece riscos na perspectiva dos investidores em plantas de renováveis. Para alcançar a meta de 10% de renováveis em 2010 exige cerca de 1250 MW de nova capacidade instalada por ano (DTI apud MITCHELL et al., 2004). Isto equivale a um investimento anual de aproximadamente um bilhão de libras, e parece improvável que mesmo as corporações com maior capacidade de captação estejam dispostas a bancar toda esta quantia através de financiamento privado (MITCHELL et al., 2004). Caso haja pouco investimento privado, a possibilidade de alcançar a meta estipulada pelo governo britânico de 10% de renováveis em 2010 torna-se mais difícil.

Usualmente os geradores podem obter financiamento com base em seu patrimônio de plantas de produção de energia. Neste sentido, pequenos geradores sem patrimônio podem ter dificuldade em conseguir financiamento para novos investimentos. (MITCHELL et al., 2004). Visto dessa maneira, o RO é um mecanismo mais adequado para grandes companhias.

5.4 DINAMARCA

O compromisso dinamarquês com a utilização das fontes renováveis de energia vem desde a crise do petróleo na década de 1970 (LAUBER, 2001). Subsídios estatais às fontes renováveis de energia foram inicialmente concedidos em 1979 e estimularam um *boom* nos investimentos privados e cooperativos, e a partir de então foi crescente o número de turbinas eólicas conectadas à rede de transmissão.

Confrontadas com a ameaça de que o parlamento pudesse aprovar uma legislação favorável aos proprietários de turbinas eólicas, as concessionárias negociaram, em 1984, um “acordo voluntário” de 10 anos onde conseguiram uma contribuição aos seus custos de conexão à rede (LAUBER, 2001). Por outro lado, segundo HANTSCH (apud LAUBER, 2001) os proprietários de turbinas receberam um subsídio substancial, na forma de reembolso de impostos.

Em 1990, um primeiro Plano Energético foi estabelecido; em 1996, um segundo Plano Energético definiu uma meta de 13% de participação de energias renováveis em 2005 e 35 % em 2030 (HANTSCH 1998, apud LAUBER, 2001).

Em termos de impacto na indústria dinamarquesa e no nível de emprego o sistema de subsídios dinamarquês foi muito bem sucedido, entretanto a expansão da energia eólica tornou-se um “pesado fardo” no orçamento do governo.

Como parte da reforma do setor elétrico dinamarquês, a maioria do parlamento dinamarquês decidiu em 1999 estabelecer um mercado de certificados de energia renovável, também chamado de mercado de certificados verdes (LAWAETZ, 2001).

Este novo sistema de incentivo aos renováveis é baseado no *Renewables Portfolio Standard* e substituirá o antigo sistema de tarifas fixas (*feed-in tariffs*), sob o qual um pagamento padrão é efetuado para cada *kilowatt* de energia produzida (KJAEER, 2003).

Os principais objetivos de introduzir um mercado de eletricidade verde na Dinamarca são assegurar o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável e ao mesmo tempo livrar o Governo da pesada carga existente de subsídios às tecnologias de energia renovável (MORTHORST, 1999).

Segundo MORTHORST (1999) as principais características da proposta dinamarquesa para um mercado de certificados verdes são as seguintes:

- Todos os consumidores de eletricidade na Dinamarca são obrigados a comprar uma certa parcela de eletricidade gerada por tecnologias de energia renovável.

A maior parte desta parcela será coberta pelas companhias de distribuição de eletricidade, que irão comprar a eletricidade verde em favor de seus consumidores. Grandes companhias (ou outros consumidores) negociando diretamente com fornecedores de energia terão que cobrir uma parcela equivalente de seu consumo com eletricidade verde.

- Todas as tecnologias de energia renovável, incluindo eólica, biomassa, geotérmica, fotovoltaica e PCH's, serão certificadas por produzir eletricidade verde. Elas receberão um certificado verde por unidade de eletricidade produzida (MWh), certificado este que pode ser vendido para companhias de distribuição ou outros consumidores de eletricidade com obrigação de cobrir determinada parcela de seu consumo de eletricidade.

O mercado de certificados verdes dinamarquês deveria estar completamente operacional no início do ano de 2003, entretanto, negociações políticas no final do ano de 2001 parecem ter adiado o mercado de certificado para o final de 2005 (MEYER e KOEFOED, 2003). As regras de transição para a eletricidade verde durante o período compreendido entre 2003 e 2005 estão sob negociação desde o final das eleições nacionais, ocorridas em novembro de 2001. Segundo MEYER e KOEFOED (2003), esta situação tem gerado grande incerteza entre os potenciais investidores em eletricidade "verde".

6 ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO MERCADO DE CERTIFICADOS VERDES NO BRASIL

Neste capítulo é realizada a análise da aplicabilidade do mercado de certificados verdes no Brasil. Para a fundamentação desta análise, são discutidos inicialmente o panorama da produção de energia renovável no Brasil e os mecanismos de incentivos aos renováveis existentes.

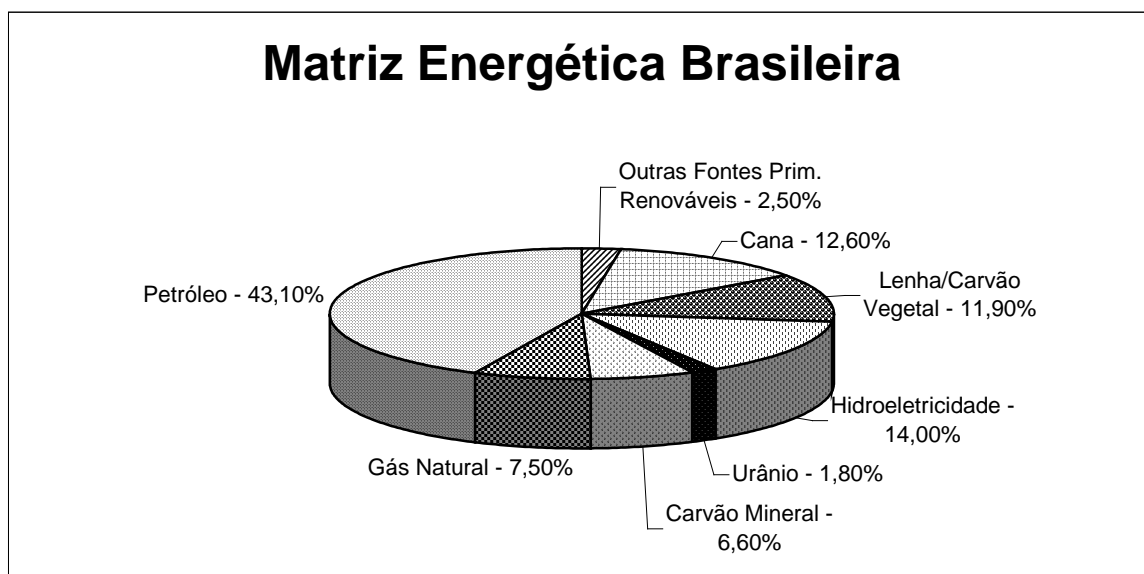
6.1 PANORAMA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL E MECANISMOS DE APOIO EXISTENTES

Em vários países⁶⁰, ao longo dos anos 90, a estrutura do setor elétrico, até então organizada em torno da geração centralizada e contando predominantemente com centrais de grande porte, começou gradualmente a ceder espaço para a geração distribuída (WALTER, 2000). Neste contexto, existe um potencial para exploração das fontes renováveis de energia, dado que, segundo WALTER (2000), devido à sua baixa densidade energética, as fontes renováveis de energia, salvo grandes hidrelétricas, são mais bem adaptadas para a geração distribuída do que para geração centralizada. Neste tópico apresentaremos inicialmente o panorama das fontes renováveis de energia no Brasil, e logo em seguida os mecanismos de incentivos existentes.

De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2003, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), 41% da oferta interna de energia no Brasil é suprida por fontes renováveis de energia. A média mundial de oferta de energias renováveis é de 14%, enquanto que nos países desenvolvidos é de 6% (MME, 2004).

⁶⁰ Os países analisados no capítulo anterior são alguns exemplos destas mudanças.

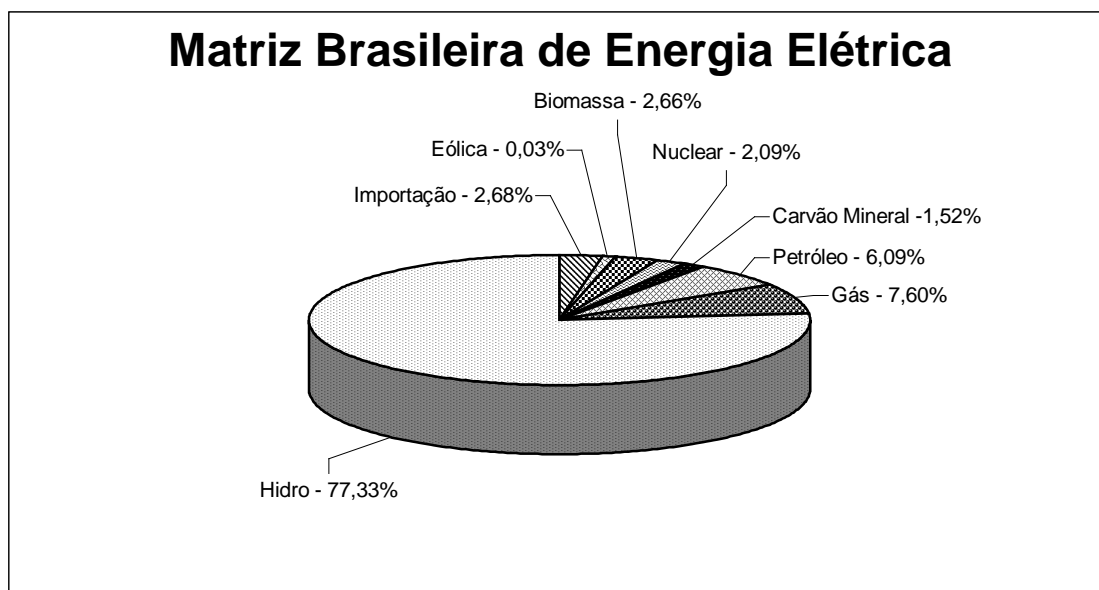
A contribuição das fontes renováveis de energia na matriz energética brasileira é quase que em sua totalidade composta por biomassa e hidroeletricidade como pode ser visto no gráfico apresentado na figura 13, que traz dados do ano de 2002 da matriz energética brasileira.



Fonte: Elaboração própria a partir de BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2003).

Figura 13: Matriz Energética Brasileira (2002)

No que diz respeito à geração de eletricidade, a participação da hidroeletricidade é ainda mais expressiva, sendo responsável por 77,33% da oferta de eletricidade do total da matriz de energia elétrica nacional. A figura 14 traz um gráfico representativo desta matriz.



Fonte: Elaboração própria a partir de BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2003).

Figura 14: Matriz Brasileira de Energia Elétrica 2002 (% em potência)

No Brasil, as ações voltadas ao fomento de fontes renováveis de energia estão a cargo da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do Ministério de Minas e Energia. A ANEEL estabeleceu, a partir da Resolução 261 de 03/09/1999, que as empresas de distribuição e geração de energia elétrica deverão investir um mínimo de 0,10% e 0,25%, respectivamente, da sua receita operacional anual em atividades de pesquisa e desenvolvimento. Estas atividades incluem projetos sobre eficiência energética, energia renovável alternativa, geração de energia elétrica, meio ambiente e pesquisa estratégica (CAVALIERO e SILVA, 2000).

No caso do MME, os dois principais programas de incentivos às fontes renováveis de energia são o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios) e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

O PRODEEM é um programa do Governo Federal, que foi instituído em dezembro de 1994, por decreto presidencial, e é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. O PRODEEM tem por objetivo atender às localidades isoladas, não supridas

de energia elétrica pela rede convencional, obtendo essa energia de fontes renováveis locais, de modo a promover o desenvolvimento auto-sustentável, social e econômico, dessas localidades (MME, 2005). Nestes casos, o custo da extensão de redes de transmissão/distribuição é considerado alto, em função de diversos fatores: grandes distâncias, vegetação, rios, etc, de forma que normalmente não é economicamente viável, pois o consumo esperado de energia nestas comunidades é muito baixo (GALDINO e LIMA, 2002). No Brasil, cerca de 12 milhões de pessoas não têm acesso à energia elétrica, das quais 10 milhões vivem no meio rural (MME, 2004). Essa população concentrada no meio rural e em locais remotos do Brasil constitui o campo de aplicação do PRODEEM.

A crise na oferta de eletricidade ocorrida no Brasil em 2001 trouxe à tona não apenas discussões sobre a reestruturação do modelo adotado pelo setor elétrico brasileiro, mas especialmente a importância da diversificação das fontes de energia (CAVALIERO et al. apud CAVALIERO e SILVA, 2005). Durante a crise, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE) foi criada para agir de maneira imediata, estabelecendo metas de redução do consumo de eletricidade dispostas no plano de Racionamento e também observando soluções de médio e longo prazo para estimular investimento para geração e diversificação de fontes energéticas (CSPE apud CAVALIERO e SILVA, 2005).

Em janeiro de 2002 foi criado o plano de revitalização do modelo do setor elétrico, com o objetivo de corrigir disfunções detectadas no modelo de reestruturação durante o período de racionamento. Em seu Relatório de Progresso n.º 1, várias medidas foram listadas, algumas para implementação imediata, tais como incentivo às fontes alternativas de energia, e outras para serem submetidas a consulta pública (CAVALIERO e SILVA, 2005).

Em um esforço para regulamentar as medidas do plano de revitalização foi elaborada a medida provisória n.º 14, que após algumas mudanças foi transformada na

Lei n.º 10.438/02, que entre outros assuntos instituiu o PROINFA (CANAL ENERGIA apud CAVALIERO e SILVA, 2005).

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica instituído pela Lei n.º 10.438, de 26 de abril de 2002, revisado pela Lei n.º 10.762, de 11 de novembro de 2003, e regulamentado pelo Decreto n.º 5.025 de 30 de março de 2004, é um programa do Governo Federal com o objetivo de diversificar a matriz energética brasileira, valorizar as características e potencialidades regionais e locais e reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Atualmente é o principal mecanismo de incentivo às fontes renováveis de energia existente no Brasil. O início de funcionamento está previsto para até 30 de dezembro de 2006, sendo assegurada pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS a compra da energia produzida, no período de 20 anos, dos empreendedores que preencherem todos os requisitos de habilitação e tiverem seus projetos selecionados de acordo com os procedimentos da Lei n.º 10.438/02 (SCHAEFFER et al., 2004).

No escopo do programa estão previstos incentivos a três fontes renováveis de energia: eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, estabelecendo na primeira fase a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por tais fontes, sendo 1.100 MW de cada uma delas. A segunda fase do PROINFA previa inicialmente que as fontes alternativas de geração de energia elétrica contempladas pelo Programa (eólica, biomassa e PCH) deveriam atender a 10% do mercado em 20 anos. Atualmente considera-se que esta expansão deva ocorrer no limite em que não se altera a tarifa de eletricidade final em mais do que 0,5% (SCHAEFFER et al., 2004).

De acordo com a Lei n.º 10.762/03, na primeira fase do Programa, a aquisição da energia será feita pelo valor econômico correspondente à tecnologia específica de cada fonte, valor este a ser definido pelo Poder Executivo, mas tendo como pisos cinquenta por cento, setenta por cento e noventa por cento da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final dos últimos doze meses, para a produção concebida

a partir de biomassa, pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e energia eólica, respectivamente.

Na segunda etapa do Programa, sendo atingida a meta de 3.300 MW, os contratos serão celebrados pela ELETROBRÁS com preço de aquisição equivalente ao valor econômico correspondente à geração de energia competitiva, definida como o custo médio ponderado de geração de novos aproveitamentos hidráulicos com potência superior a 30.000 kWh e centrais termelétricas a gás natural, calculado pelo Poder Executivo. Esta aquisição far-se-á mediante programação anual de compra da energia elétrica de cada produtor, de forma que as referidas fontes atendam o mínimo de quinze por cento do incremento anual da energia elétrica a ser fornecida ao mercado consumidor nacional, compensando-se os desvios verificados entre o previsto e o realizado de cada exercício, no ano subsequente (BRASIL, 2003). Nesta etapa, o produtor de energia alternativa fará jus a um crédito complementar, calculado pela diferença entre o valor econômico correspondente à tecnologia específica de cada fonte, valor este a ser definido pelo Poder Executivo, e o valor recebido da ELETROBRÁS, para produção concebida a partir de biomassa, pequena central hidrelétrica e eólica (BRASIL, 2003).

Cabe ressaltar que de acordo com os termos da n.º 10.438/02, o valor pago pela energia elétrica, os custos administrativos, financeiros e os encargos tributários incorridos pela ELETROBRÁS na contratação serão rateados, após prévia exclusão da Subclasse Residencial Baixa Renda⁶¹ cujo consumo seja igual ou inferior a 80 kWh/mês, entre todas as classes de consumidores finais atendidos pelo Sistema Elétrico Interligado Nacional, proporcionalmente ao consumo verificado.

A produção de 3,3 mil MW a partir de fontes alternativas renováveis dobrará a participação na matriz de energia elétrica brasileira das fontes eólica, biomassa e P-

⁶¹ Consumidor atendido por circuito monofásico, que tenha consumo mensal inferior a 80 kWh/mês ou cujo consumo se situe entre 80 e 220 kWh/mês, neste caso desde que observe o máximo regional compreendido na faixa e não seja excluído da subclasse por outros critérios de enquadramento a serem definidos pela ANEEL (BRASIL, 2002).

CH, que atualmente respondem por 3,1% do total produzido e, em 2006, podem chegar a 5,9% (MME, 2005).

Visto que uma das exigências da Lei n.º 10.762 é a obrigatoriedade de um índice mínimo de nacionalização de 60% do custo total de construção dos projetos, a estimativa do Ministério de Minas e Energia é de que, com a implantação do PROINFA, sejam gerados cerca de 150 mil empregos diretos e indiretos durante a construção e a operação dos empreendimentos.

A Lei n.º 10.762 possui critérios de regionalização que estabelecem um limite de contratação por Estado de 20% da potência total destinada às fontes eólica e biomassa e 15% para as PCHs, possibilitando desta forma que todos os Estados com vocação e projetos aprovados e licenciados tenham a oportunidade de participar do programa. Cabe ressaltar que esta limitação é preliminar, pois caso não venha a ser contratada a totalidade dos 1.100 MW destinados a cada tecnologia, o potencial não-contratado será distribuído entre os Estados que possuírem as licenças ambientais mais antigas. Para participarem do Programa, os empreendimentos terão de ter licença prévia de instalação.

Em relação ao abastecimento de energia elétrica do país, o PROINFA será um instrumento de complementaridade energética sazonal à energia hidráulica (MME, 2004). Como exemplos desta complementaridade energética pode-se citar as regiões Nordeste, Sul e Sudeste. Na primeira, pelo fato de que o período de chuvas é inverso ao de ventos, a energia eólica servirá como complemento ao abastecimento hidráulico. Nas duas últimas, tal inversão ocorre com a biomassa, pois a colheita de safras propícias à geração de energia elétrica acontece em período diferente do chuvoso.

Segundo estimativas do MME (2005), há a perspectiva que dentro do Programa a emissão evitada seja da ordem de 2,5 milhões de tCO₂/ano, criando um ambiente potencial de negócios de certificação de redução de emissão de carbono, nos termos do Protocolo de Quioto.

Em recente trabalho⁶² abrangendo a matriz energética brasileira 2003-2023, realizado por equipe de pesquisadores do Programa de Planejamento Energético (PPE) da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia - Instituto Alberto Luiz Coimbra (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), foi simulada a expansão das fontes renováveis de energia estimuladas pelo PROINFA durante as duas fases do Programa. Como ferramenta de simulação foram utilizados no estudo os modelos MAED (*Model for Analysis of Energy Demand*) e MESSAGE (*Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact*).

Neste trabalho foram definidos dois cenários macroeconômicos para expansão da oferta de energia: o Cenário Base e o Cenário Alternativo. O Cenário Base contempla, em linhas gerais, a expansão tendencial da oferta de eletricidade no Brasil, mantendo, porém, a incerteza em relação à nova usina nuclear brasileira, Angra III, cuja implantação ainda não foi decidida pelo Conselho Nacional de Política Energética. Ademais, o cenário não adota critérios rigorosos para limitar o aproveitamento do potencial hidrelétrico da região Norte do País (SCHAEFFER et al., 2004).

O Cenário Alternativo pressupõe, primeiro, que a usina de Angra III não entra em operação, devendo a opção nuclear ser escolhida conforme a decisão do Modelo de selecionar opções tecnológicas de reatores mais avançados. Segundo, estabelece limites para o aproveitamento do potencial hidrelétrico em regiões de fragilidade ecológica. Terceiro, o Cenário avalia com mais rigor as usinas com pendências ambientais em curso (SCHAEFFER et al., 2004).

Os resultados encontrados no estudo referentes à simulação para expansão das fontes renováveis de energia estimuladas pelo PROINFA nos Cenários Base e Alternativo para o período 2005-2023 encontram-se nas tabelas a seguir:

⁶² SCHAEFFER et al. (2004).

Tabela 4 - Participação das fontes contempladas no PROINFA no Cenário Base

	2010	2015	2020	2023
Mercado (TWh)	514	653	822	927
Participação (%)				
PCH	3,5	4,4	5,2	4,6
Biomassa	2,9	3,7	4,4	3,9
Eólica	1,0	1,5	1,8	1,6
Total (%)	7,4	9,6	11,4	10,1

Fonte: SCHAEFFER et al. (2004).

Tabela 5 - Participação das fontes contempladas no PROINFA no Cenário Alternativo

	2010	2015	2020	2023
Mercado (TWh)	490	603	724	789
Participação (%)				
PCH	3,7	4,8	5,9	5,4
Biomassa	3,0	4,0	5,0	4,5
Eólica	1,1	1,6	2,0	1,9
Total (%)	7,8	10,4	12,9	11,9

Fonte: SCHAEFFER et al. (2004).

Para os próximos 20 anos, há a previsão de crescimento da participação das fontes renováveis estimuladas pelo PROINFA no mercado de energia elétrica, de acordo com os resultados da expansão de oferta, tanto para o Cenário Base quanto para o Cenário Alternativo, apresentados nas tabelas 4 e 5. Em ambos os cenários simulados a meta da segunda fase do PROINFA, de atendimento de 10% do mercado em 20 anos, é alcançada. Cabe ressaltar que no Cenário Alternativo esta meta é superada em 1,9%.

Dado que o objetivo de expansão da oferta de renováveis na matriz de energia elétrica para os próximos 20 anos é alcançado nos dois cenários apresentados, discutiremos no tópico seguinte como a introdução do mercado de certificados verdes e o desenvolvimento de projetos de MDL podem auxiliar na redução dos custos de contratação de energia renovável através do PROINFA.

6.2 APLICABILIDADE DO MERCADO DE CERTIFICADOS VERDES NEGOCIÁVEIS NO BRASIL

A participação das fontes renováveis de energia na matriz de energia elétrica brasileira tende a ser cada vez mais relevante, seja para garantir a segurança do abastecimento de energia (diminuindo a vulnerabilidade à crises como a ocorrida no País em 2001) através da diversificação das fontes de energia utilizadas para produção de eletricidade, seja como forma de atuar na melhoria das condições ambientais, através da redução de poluição local e redução da emissão de gases de efeito estufa.

Para VAN DIJK et al. (2003), na atual fase de desenvolvimento da tecnologia e do desenvolvimento de mercado das energias renováveis, as políticas de apoio definem as bases de sua posição no mercado.

Com relação ao contexto mundial das fontes renováveis de energia, sua competitividade ainda depende da maturidade das tecnologias existentes. Políticas específicas de apoio permanecerão necessárias nos próximos vinte anos para aperfeiçoar a tecnologia de renováveis, e levar a oferta e a demanda a um nível de maturidade em que possam competir com outras fontes de energia (VAN DIJK et al., 2003).

Como foi visto no tópico anterior, atualmente o principal mecanismo de incentivos as fontes renováveis de energia no Brasil é o PROINFA. Além do PROINFA, existe ainda a possibilidade de promover as fontes renováveis de energia no País através da implementação de projetos de MDL, como foi discutido no segundo capítulo deste trabalho. É importante ressaltar que no escopo do MDL, o PROINFA está enquadrado como uma política “Tipo E+”⁶³ adotada após a criação do Protocolo de Quioto, não devendo, portanto, ser considerada para a definição do cenário de linha de base para projetos de MDL no Brasil. Neste sentido, existe uma relação positiva entre a implementação de projetos de MDL no Brasil e as metas do PROINFA.

⁶³ Para maiores detalhes sobre a influência de políticas nacionais na definição do cenário de linha de base vide tópico 3.2.1 deste trabalho.

Neste tópico, discutiremos em que medida um mercado de certificados verdes pode se inserir neste contexto, em que, por um lado, já existe um programa de apoio aos renováveis (PROINFA) e, por outro, existe grande potencial para o MDL. Através de seu objetivo primário, redução das emissões de GEE, o MDL pode indiretamente estimular as fontes renováveis de energia. A princípio, os objetivos de ambos podem convergir sem problemas.

Como foi visto na análise dos mercados de certificados verdes existentes nos Estados Unidos, Holanda, Reino Unido e Dinamarca, os certificados verdes podem ser implementados para auxiliar o cumprimento de acordos voluntários ou cotas impostas pelo governo para utilização de fontes renováveis de energia.

Cabe aqui ressaltar alguns dos motivos que levam à adoção de uma política de estímulo aos renováveis: internalização de externalidades (redução de poluição local); estímulo a fontes renováveis alternativas que não possuem maturidade tecnológica suficiente para garantir competitividade e, assim, penetrar no mercado; e garantia de segurança energética.

Como foi visto anteriormente, os países analisados neste trabalho originalmente adotaram políticas de incentivo às fontes renováveis de energia em consequência da crise energética da década de 70, e estas políticas foram evoluindo, até chegar ao final da década de 90, onde, a partir do advento do Protocolo de Quioto, novas preocupações a respeito das mudanças climáticas globais e de consequente redução de emissão de GEE começaram a tomar forma. As políticas de apoio aos renováveis dos Estados Unidos, Holanda, Reino Unido e Dinamarca têm os seguintes objetivos:

Estados Unidos – A aceitação das fontes renováveis de energia com parcela do fornecimento de combustíveis iniciou-se entre os estados americanos na década de 1970. Em 1978, como resposta a crise de energia, o PURPA foi desenvolvido pelo governo federal para promover fontes renováveis de energia e superar a dependência de petró-

leo estrangeiro, diminuindo assim a vulnerabilidade da nação à interrupção de sua oferta (KITTLER, 2003).

Holanda – Metas nacionais para energia renovável foram formuladas para 2010 com o objetivo de cumprir os compromissos de redução de emissão sob o Protocolo de Quioto (DE VRIES et al., 2003).

Reino Unido – Os objetivos da política de incentivos aos renováveis do Reino Unido estão fortemente relacionados ao Programa de Mudanças Climáticas de novembro de 2000, que estabelecido para definir uma estratégia para que o Reino Unido alcance os objetivos de redução de gases de efeito estufa do Protocolo de Quioto (DE VRIES et al., 2003).

Dinamarca – O compromisso dinamarquês com a utilização das fontes renováveis de energia vem desde a crise do petróleo na década de 1970 (LAUBER, 2001). Este compromisso se deu através de pesada carga de subsídios às tecnologias de energia renovável. Atualmente, os principais objetivos de introduzir um mercado de eletricidade verde na Dinamarca são assegurar o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável e ao mesmo tempo livrar o Governo da pesada carga existente de subsídios às tecnologias de energia renovável (MORTHORST, 1999).

No caso brasileiro, o principal mecanismo de apoio aos renováveis tem como objetivo aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos⁶⁴, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional (BRASIL, 2002). Da forma como o PROINFA foi concebido, fica claro que o objetivo do Programa é a diversificação das fontes de energia utilizadas na geração de eletricidade

⁶⁴ Companhias cujo controle acionário não pertence a qualquer companhia de geração, distribuição ou transmissão (CAVALIERO e SILVA, 2005).

de, fato diretamente relacionado à crise de energia ocorrida no País em 2001. Contudo, não se pode afirmar que o objetivo da PROINFA é necessariamente o objetivo da política brasileira de incentivo aos renováveis. Assim, verifica-se que a *política* brasileira de apoio aos renováveis não tem objetivos tão claros como os das políticas de renováveis dos países citados anteriormente.

Para analisar a aplicabilidade do mercado de certificados verdes no Brasil, utilizaremos hipóteses baseadas nos seguintes objetivos para a política de renováveis brasileira: internalização de externalidades, estímulo a fontes renováveis alternativas emergentes e segurança energética. Além disso, também consideraremos a participação de projetos de MDL na análise, dado o potencial brasileiro para implementação destes projetos.

Em tal estudo é importante lembrar que o mercado de certificados verdes é um mecanismo orientado ao mercado, com funcionamento diretamente relacionado às condições de oferta e demanda, e que privilegia as fontes renováveis de energia que estiverem mais próximas da competitividade. Este privilégio é derivado do fato de que o custo marginal dos certificados verdes pode ser definido como a diferença entre o custo de produção da última unidade eletricidade produzida a partir de renováveis e o preço da eletricidade no mercado à vista (MORTHORST, 2000).

Sendo assim, o lucro que o produtor de eletricidade “verde” pode conseguir com a venda do certificados verdes dependerá de qual tecnologia será considerada no cálculo do custo produção de energia a partir de renováveis. Se este custo for definido por uma tecnologia energia renovável com pouca maturidade, quanto mais próxima da competitividade estiver a tecnologia de energia renovável utilizada pelo produtor na produção de eletricidade “verde”, maior será sua possibilidade de obtenção de lucro com a venda dos certificados.

Conforme discussão presente no quarto capítulo deste estudo, a demanda⁶⁵ pelos certificados verdes pode ser voluntária; pode ser imposta pelo governo aos consumidores e/ou outros atores na cadeia de fornecimento de eletricidade (geradores, distribuidores, fornecedores), através de uma obrigação de gerar, transmitir ou comprar um determinado montante de certificados; ou o próprio governo pode atuar como comprador dos certificados verdes como forma de garantir um preço mínimo para os mesmos.

Outro aspecto importante com relação aos certificados verdes é que eles estão relacionados com a produção de eletricidade, ou seja, se o objetivo da política de promoção de renováveis for expandir outros elementos da matriz energética, não haverá espaço para o mercado de certificados verdes.

Apresentados o atual contexto de apoio aos renováveis no Brasil e os aspectos referentes ao mercado de certificados verdes, analisaremos a aplicabilidade deste mecanismo no País, a partir das hipóteses levantadas a seguir. É importante ressaltar que são hipóteses que, para facilitar a análise, foram consideradas isoladamente, o que não significa que a política brasileira não possa abranger mais de um, ou mesmo todos dos objetivos descritos.

1 – O objetivo da política de renováveis é garantir a segurança no abastecimento de energia.

Neste caso, poderíamos considerar a hipótese de garantia do fornecimento de energia elétrica. Como o PROINFA surgiu a partir de desdobramentos da crise de fornecimento de energia elétrica ocorrida no Brasil em 2001, simplificaremos o objetivo da política nacional de renováveis como sendo o objetivo básico do PROINFA, que visa diversificar a matriz de energia elétrica através do aumento da participação da

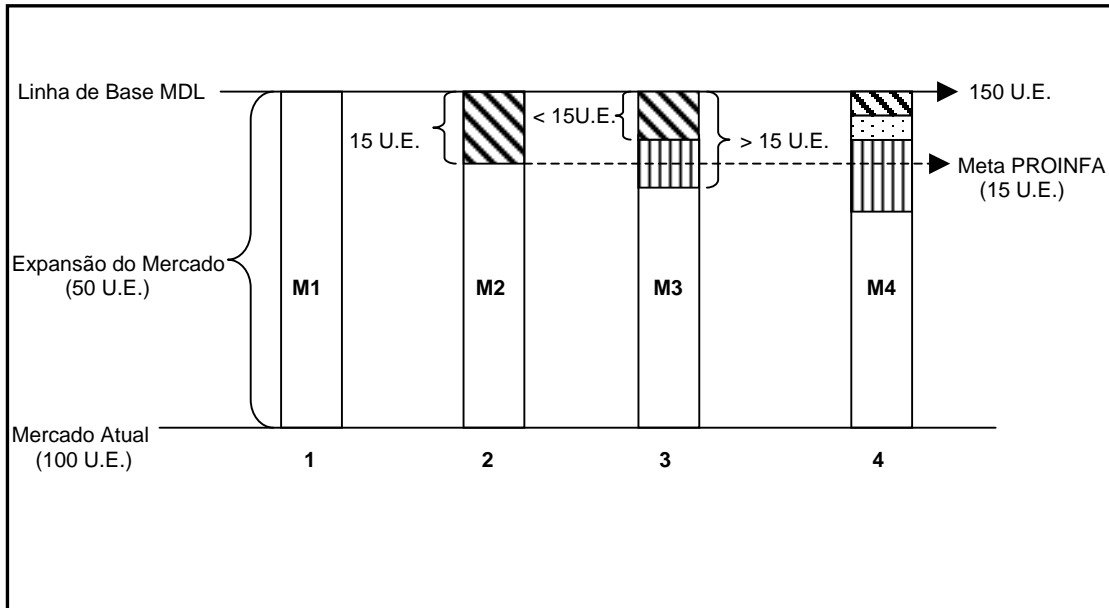
⁶⁵ Para efeito de simplificação da análise assumiremos que a demanda pelos certificados é criada pelo governo através de uma “cota de renováveis” imposta aos distribuidores de eletricidade.

energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos com base em fontes eólica, biomassa e PCH. Consideraremos ainda que na segunda fase do Programa esta expansão deva ocorrer no limite em que não se altera a tarifa de eletricidade final em mais do que 0,5%.

Devemos também considerar o contexto brasileiro de oportunidades para projetos de MDL, pois a implementação de projetos de MDL que sejam, por exemplo, baseados na substituição de combustíveis fósseis por biomassa em plantas de co-geração (como os projetos das usinas citadas no terceiro capítulo), pode aumentar a participação desta fonte de energia no mercado de eletricidade, o que por sua vez poderia aumentar a competitividade da tecnologia e, conseqüentemente, poderia reduzir seu preço final. Cabe aqui lembrar que na segunda fase do PROINFA, existe a restrição de que a expansão das fontes de energia estimuladas deva ocorrer no limite em que não se altera a tarifa de eletricidade final em mais do que 0,5%. Neste sentido a redução dos custos das fontes estimuladas é extremamente interessante, seja ele diretamente realizado pelo PROINFA, ou por outros mecanismos como o MDL.

Desta forma, podemos considerar a aplicabilidade do mercado de certificados verdes como uma fonte de receita além dos certificados de redução de emissões para os investidores em projetos de MDL, aumentando desta forma a atratividade destes projetos. Contudo, cabe a ressalva de que o cenário de linha de base brasileiro considera uma matriz energética relativamente limpa e que além disso, a não influência do PROINFA sobre o cenário de linha de base para implementação de projetos de MDL no Brasil pode ser revista, alterando os pressupostos aqui levantados sobre a aplicabilidade do mercado de certificados verdes no Brasil.

Na figura 15, a hipótese discutida é apresentada de forma análoga a já realizada no capítulo 4, no tópico onde foi discutido o efeito combinado entre os mercados de carbono e de certificado verdes.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 15: Evolução da estrutura de participação de renováveis no Brasil

Onde:



– Parcela do mercado que será suprida com renováveis devido ao PROINFA



– Expansão de renováveis com Projetos de MDL (valor da redução de carbono)



– Expansão de renováveis com Mercado de Certificados Verdes

M1 – Tamanho do mercado para licitação sem a existência do PROINFA (são selecionadas as fontes de energia mais competitivas)

M2 – Tamanho do mercado para licitação a partir da entrada do PROINFA ($M2 < M1$)

M3 – Tamanho do mercado para licitação com PROINFA + Projetos de MDL ($M3 < M2$)

M4 – Tamanho do mercado para licitação com PROINFA + Projetos de MDL + Mercado de Certificados Verdes ($M4 < M3$)

U.E. – Unidade de Energia

Na figura 15, o valor de M1 equivale ao valor da compra de eletricidade produzida para suprimento da expansão do mercado. Este valor será licitado pelo menor custo, favorecendo as fontes de energia mais competitivas. Em “2”, a quantidade de energia a ser licitada torna-se M2, uma vez que, com a entrada do PROINFA, 10% do mercado de energia elétrica deve ser suprido pelas fontes renováveis de energia (eólica, PCH e biomassa) estimuladas pelo Programa.

Em “3”, quando passamos a considerar a implementação de projetos de MDL que geram eletricidade “verde”, parte dos 10% de eletricidade “verde” que deveria ser suprida pelo PROINFA passa a ser suprida pelo MDL. Com isto, os custos do governo com a contratação de eletricidade diminuem. Esta é uma situação benéfica para os consumidores finais de eletricidade dado que os custos incorridos pelo governo são rateados por estes consumidores. Além disso, a expansão da eletricidade “verde” gerada por projetos de MDL faz com que a participação dos renováveis no mercado de energia elétrica seja superior a meta prevista no PROINFA, levando a uma nova redução da quantidade de energia elétrica licitada, agora denominada M3.

Com a introdução do mercado de certificados verdes em “4”, há uma nova redução da quantidade de energia a ser contratada pelo PROINFA. Existem duas razões para esta redução. A primeira razão é derivada do fato que uma parte da eletricidade “verde” que seria contratada dentro do escopo do PROINFA passa a ser suprida pela cota de renováveis do mercado de certificados verdes. A segunda razão é que a introdução do mercado de certificados verdes possibilitaria a expansão de projetos de MDL devido à atratividade que a receita proveniente da venda de certificados verdes traria para projetos de MDL com potencial de geração de eletricidade “verde”. Neste contexto, é provável que a atuação do PROINFA restrinja-se ao estímulo às fontes renováveis de energia mais distantes da competitividade, uma vez que o desenvolvimento de projetos de MDL e a introdução do mercado de certificados verdes supririam a necessidade de incentivar as fontes renováveis de energia mais próximas da competitividade.

É importante ressaltar que essa redução no valor a ser licitado pelo PROINFA, proporcionado pela implementação de projetos de MDL que geram eletricidade “verde” ocorre devido ao fato de que o PROINFA pertence ao grupo de políticas “Tipo E+” adotadas após a assinatura do Protocolo de Quioto, não sendo desta forma considerado na definição do cenário de linha de base para implementação destes projetos.

2 – O objetivo da política brasileira é estimular fontes renováveis alternativas, que não possuem maturidade tecnológica suficiente para garantir sua penetração no mercado.

Neste caso, é necessário retomar a idéia de que o mercado de certificados verdes é um mecanismo orientado ao mercado, e por isso irá privilegiar a adoção de tecnologias de energia renovável que estejam mais próximas da competitividade em detrimento de tecnologias emergentes. Assim, conclui-se que se o objetivo da política de renováveis brasileira for o estímulo a tecnologias de energia renovável com poucas chances de competir economicamente com as fontes convencionais, não haverá aplicabilidade para a implantação de um mercado de certificados verdes no Brasil.

Além disso, cabe a ressalva de que o PROINFA não contempla fontes renováveis alternativas, mas, principalmente, fontes renováveis de energia que já estão próximas da competitividade (PCH e biomassa).

3 – O objetivo da política brasileira de renováveis é a internalização de externalidades ambientais (redução de poluição local, redução de emissões de GEE).

No que diz respeito à redução de poluição local, o mercado de certificados verdes não é, a princípio, o instrumento mais indicado, visto que esta redução de poluição pode ser conseguida através de métodos como a substituição de combustíveis fósseis, que não necessariamente irão levar à geração de eletricidade “verde”.

No tocante à redução de emissões de GEE, há um espaço potencial para o mercado de certificados verdes como forma de auxiliar a implementação de projetos de MDL no Brasil, conforme discutido no primeiro objetivo analisado.

Com base nos objetivos analisados, a principal conclusão a respeito do mercado de certificados verdes é que sua aplicabilidade no Brasil depende primordialmente dos objetivos traçados na política brasileira de apoio aos renováveis. Apesar disso, existem limitações nesta análise, a primeira reside no fato de que aplicabilidade considerada no primeiro objetivo analisado depende da mensuração dos efeitos da implementação de projetos de MDL sobre a expansão da base de renováveis e sua relação com os objetivos estabelecidos no PROINFA. Além disso, esta aplicabilidade também depende de questões referentes a adicionalidade dos projetos de MDL. A segunda limitação reside no fato de que a análise foi realizada considerando objetivos distintos de maneira isolada, o que pode não ser necessariamente verdadeiro. A análise poderia ser efetuada através da conjugação de diferentes mecanismos de apoio, de modo a adequar cada fonte de energia a ser estimulada ao seu mecanismo de incentivo mais adequado, ou seja, introduzindo instrumentos orientados ao mercado para tecnologias mais próximas da competitividade e mecanismos regulatórios para as fontes de energia renovável consideradas estratégicas, mas que não consigam entrar no mercado sem esquemas de incentivo.

6.3 ANÁLISE DO(S) MECANISMO(S) DE APOIO A ENERGIA RENOVÁVEL MAIS ADEQUADO(S) AO CASO BRASILEIRO

Como foi visto ao longo deste trabalho existem diversos mecanismos de incentivo à produção de energia a partir de fontes renováveis. Estes mecanismos podem se tratar de acordos voluntários, políticas orientadas ao mercado, normas/padrões, subsídios ou mesmo uma combinação de alguns destes mecanismos.

Exemplos de combinações entre normas e políticas orientadas ao mercado (utilização de mercado de certificados verdes no auxílio do cumprimento de cotas de renováveis impostas pelo governo) foram apresentados no capítulo anterior. Em alguns estados norte-americanos e no Reino Unido o mercado de certificados verdes atua de forma a facilitar o cumprimento de cotas de produção de energia renovável de políticas de RPS. Existe a perspectiva de que o mesmo ocorra na Dinamarca a partir da entrada em vigor de seu mercado de certificados verdes, que tem a peculiaridade de substituir a política de renováveis anterior, que devido ao seu sucesso, impôs pesado fardo ao governo, uma vez que se tratava de política baseada em subsídios. No caso holandês, o mercado de certificados verdes tem um papel parecido com o que este instrumento exerce no Reino Unido e em alguns estados norte-americanos. Entretanto, na Holanda as metas são estabelecidas a partir de um acordo voluntário realizado entre o governo e as concessionárias.

Como já foi dito anteriormente, o Brasil é um país com grande potencial para implementação de projetos de MDL, e apesar de não possuir uma política de renováveis com objetivos claros, já possui um Programa de apoio às fontes renováveis de energia que atualmente não afeta o cenário de linha de base para implementação de tais projetos.

Neste contexto, seria interessante que as oportunidades para o incentivo às fontes renováveis de energia fossem aproveitadas ao máximo, dado que este cenário pode vir a se alterar caso haja revisão por parte do Comitê Executivo do MDL na influência das políticas nacionais de apoio aos renováveis sobre o cenário de linha de base para o desenvolvimento de projetos de MDL.

De acordo com a análise realizada no tópico anterior, a verificação do mecanismo mais adequado ao caso brasileiro também passa pela definição de quais objetivos se deseja alcançar através de uma política de renováveis.

Contudo, sejam quais forem estes objetivos, a literatura econômica nos mostra que, como foi discutido no segundo capítulo, usualmente o mercado não consegue

sozinho atuar de modo a fazer com que os agentes internalizem suas externalidades. Neste sentido, chega-se à conclusão de que para promover as fontes renováveis de energia, provavelmente a configuração mais interessante será a da combinação de instrumentos regulatórios com mecanismos orientados ao mercado.

Com base nesta conclusão, sugere-se que no atual cenário brasileiro, a combinação entre a introdução de um mercado de certificados verdes (que necessitaria da introdução de um sistema de “cotas de renováveis” semelhante aos sistemas de RPS descritos ao longo deste trabalho⁶⁶), como instrumento de atratividade extra para projetos de MDL, aliada ao PROINFA, poderia trazer benefícios interessantes para a expansão das fontes renováveis de energia no Brasil.

⁶⁶ Ressalvadas as características do modelo institucional do setor elétrico brasileiro.

7 CONCLUSÕES

A pesquisa para realização deste trabalho foi motivada pelo fato de que no Brasil as fontes renováveis de energia possuem um importante papel na diversificação da matriz energética, como forma de reduzir a vulnerabilidade à crises no abastecimento de energia como a ocorrida em 2001. Com o atual quadro de mudanças climáticas globais o papel exercido pelas fontes renováveis de energia no controle da poluição local e conseqüentemente na redução de emissão de GEE torna-se ainda mais relevante. O problema básico de introdução destas fontes de energia é baseado no fato de que salvo em casos específicos, as tecnologias de energia renovável ainda não possuem maturidade suficiente para garantir sua competitividade perante as fontes de energia convencionais sem que precisem contar com mecanismos de apoio.

O objetivo principal do trabalho foi verificar a aplicabilidade do mercado de certificados verdes no Brasil, analisando sua relação com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na promoção das tecnologias de energia renovável. Além disso, buscou-se também verificar qual o mecanismo de incentivo às fontes renováveis de energia mais adequado ao caso brasileiro. Para alcançar tal objetivo o trabalho foi estruturado da seguinte forma:

No segundo capítulo foi realizada uma abordagem da literatura existente sobre os mecanismos de controle da poluição, onde são descritos alguns instrumentos de política ambiental como as normas (aplicação de multas), as taxas sobre emissões, os subsídios e os certificados negociáveis de poluição.

No terceiro capítulo foi discutido o cenário atual das ações com relação às mudanças climáticas globais, descrevendo o Protocolo de Quioto, que em seu escopo, define metas de redução de emissões de GEE, e que por conseqüência tem sido um dos principais responsáveis pela adoção de políticas de incentivos a tecnologias de energia renovável em países industrializados, visto que estas também podem ser uma alternativa para obter as reduções de emissão de GEE acordadas no documento.

O segundo e terceiro capítulos serviram, em conjunto, como fundamentação para a análise do mercado de certificados verdes, e de sua interação com o mercado de carbono, desenvolvida no quarto capítulo desta dissertação.

No quarto capítulo do trabalho foi efetuada uma análise da utilização dos mercados de carbono e de certificados verdes para a promoção de fontes renováveis de energia em suas diferentes abordagens de aplicação. Uma das conclusões obtidas neste capítulo é que a partir da existência de um mercado futuro de certificados verdes, novos investimentos em capacidade instalada de tecnologias de energia renovável podem ser viabilizados. Uma outra conclusão obtida neste capítulo é que apesar da relação de complementaridade que pode ser estabelecida entre os mercados de certificados verdes e de carbono em determinadas situações, nem sempre o ótimo do mercado de certificados verdes será igual ao ótimo do mercado de carbono, como pôde ser visto no caso da utilização de certificados verdes para substituição de combustíveis fósseis. A utilização do mercado de certificados verdes para este fim possivelmente reduziria as emissões de GEE, mas seu objetivo poderia estar relacionado à segurança energética, não possuindo, desta forma, relação direta com a questão das mudanças climáticas, que seria, por sua vez, o objetivo de um mercado de carbono.

No quinto capítulo foram apresentados os mercados de certificados verdes de quatro países: Estados Unidos, Holanda, Reino Unido e Dinamarca. Em três destes países, Estados Unidos (cabendo uma ressalva para o fato de que nem todos os estados utilizam esta política), Reino Unido e Dinamarca são adotadas políticas de promoção de fontes renováveis de energia baseadas no *Renewables Portfolio Standard* onde uma determinada cota de utilização de fontes renováveis de energia é requerida por instrumentos regulatórios. No caso da Holanda, que não utiliza o *Renewables Portfolio Standard*, o sistema é voluntário. É importante ressaltar que, em todos os países estudados, os certificados verdes atuam como um instrumento auxiliar, ou seja, são utilizados para facilitar o cumprimento das metas de promoção de fontes renováveis de energia (novamente cabe uma ressalva para o caso dos Estados Unidos, pois

mesmo entre os estados que adotaram o RPS existem aqueles que não usam certificados verdes).

No sexto capítulo foi apresentado um panorama das fontes renováveis de energia no Brasil e dos mecanismos de promoção de renováveis atualmente em vigor. Foi verificado que o principal mecanismo brasileiro de incentivo aos renováveis é o PROINFA. Com base nos objetivos do PROINFA, da perspectiva da expansão da oferta de renováveis estimulados pelo Programa simulada em trabalho realizado no PPE e considerando o potencial brasileiro para implementação de projetos de MDL foi realizada neste capítulo a análise da aplicabilidade do mercado de certificados verdes no Brasil e também foi discutido qual mecanismo de apoio aos renováveis é mais adequado ao caso brasileiro.

Para tais análises, foram formuladas algumas hipóteses sobre os objetivos da política brasileira de incentivo às fontes renováveis de energia, uma vez que estes objetivos ainda não estão claramente definidos, e que também não se pode afirmar que o objetivo do PROINFA seja necessariamente o objetivo desta política. A partir destas hipóteses ficou evidenciado que a aplicabilidade do mercado de certificados verdes no Brasil está diretamente relacionada ao objetivo da política brasileira de apoio aos renováveis e que o cenário de linha de base brasileiro, caracterizado por uma matriz energética relativamente limpa tem grande relevância sobre o desenvolvimento de projetos de MDL no País.

Também ficou claro durante o estudo que a melhor opção de incentivo aos renováveis não é realizada através de um mecanismo isolado, e sim através da combinação de diferentes mecanismos, principalmente no que se refere à associação de mecanismos orientados ao mercado e instrumentos regulatórios. Esta conclusão é derivada do fato de que, em muitos casos, a internalização de externalidades ambientais negativas pode ser até socialmente eficiente em custos, contudo, a não internalização destas externalidades por parte do agente causador será sempre mais eficiente

sob o seu ponto de vista. Neste caso, a presença do instrumento de comando e controle faz-se necessária, além dos instrumentos mais orientados ao mercado.

Recomendações para estudos futuros ficam por conta da formalização e quantificação da inserção de um mercado de certificados verdes no Brasil. Pode ser simulado o comportamento deste mercado dentro da ótica de um planejamento integrado de energia, e seus impactos sobre metas de redução de CO₂.

Além disso, também pode ser mensurada, através de simulação, a expansão das fontes renováveis de energia a partir da implementação de projetos de MDL no Brasil. Cabe ressaltar a relevância desta quantificação no embasamento da hipótese de aplicabilidade de um mercado de certificados verdes no País como forma de atrair investimentos para projetos de MDL.

Uma outra recomendação para trabalhos futuros é o aprofundamento do estudo sobre como a existência de um mercado futuro de certificados verdes poderia viabilizar a expansão da capacidade instalada de tecnologias de energia renovável no País.

REFERÊNCIAS

AUKLAND, L.; MOURA COSTA, P.; BASS, S.; HUQ, S.; LANDELL-MILLS, N.; TIPPER, R.; CARR, R. *Criando as Bases para o Desenvolvimento Limpo: Preparação do Setor de Gestão do Uso da Terra. Um Guia Rápido para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)*. IIED. Londres, 2002.

BABIKER, M.; JACOBY, H.; REILLY, J.; REINER, D. *The Evolution of a Climate Regime: Kyoto to Marrakech and Beyond*. Environmental Science & Policy n.º 5, pp. 195-206, 2002.

BERRY, D. *The Market for Tradable Renewable Energy Credits*. Ecological Economics 42, pp. 369-379, 2002.

BLANCHARD, O.; CRIQUI, P.; KITOUS, A. *After the Hague, Bonn and Marrakech: The Future International Market for Emission Permits and the Issue of Hot Air*. Institut d'Économie et de Politique de l'Énergie, 2002.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2004.

BRASIL. Lei n.º 10.438, de 26 de abril de 2002. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 29 mar. 2002. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=40>. Acesso em: 27 de março de 2005.

_____. Lei n.º 10.762, de 11 de novembro de 2003. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 12 nov. 2003. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=40>. Acesso em: 27 de março de 2005.

_____. Lei n.º 10.848, de 15 de março de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 16 mar. 2004a. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=40>. Acesso em: 28 de março de 2005.

_____. Lei n.º 10.889, de 25 de junho de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 28 jun. 2004b. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=40>. Acesso em: 28 de março de 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Balanço Energético Nacional 2003*. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2005.

BUCHNER, B.; CARRARO, C.; CERSOSIMO, I. *On the Consequences of the US Withdrawal from the Kyoto/Bonn Protocol*. *Climate Policy*, n.º 2, pp. 273-292, 2002.

CAMPOS, C.P. *A Conservação das Florestas no Brasil, Mudança do Clima e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto*. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

CAVALIERO, C.K.N.; SILVA, E.P. *Mecanismos de Incentivo ao Uso de Fontes Renováveis Alternativas em Sistemas Descentralizados à Luz da Experiência Norteamericana*. In: 3 Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas, 2000. Anais eletrônicos... Disponível em:
<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200009&lng=es&nrm=abn>. Acesso em: 07 de março de 2005.

_____. *Electricity Generation: Regulatory Mechanism to Incentive Renewable Energy Sources in Brazil*. *Energy Policy* n.º 33, pp. 1745-1752, 2005.

CDM WATCH. Disponível em: <<http://www.cdmwatch.org>>. Acesso em: 13 de abril de 2005.

COHEN, C. *Padrões de Consumo: Desenvolvimento, Meio-Ambiente e Energia no Brasil*. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

CONNOR, P. *The UK Renewables Obligation*. Centre for Management under Regulation. Warwick University, 2002. Disponível em: <<http://www.sbg.ac.at>>. Acesso em 04 de março de 2005.

CUNHA DA COSTA, R., *Créditos de Carbono – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL*. In: Abinee Tec 2003, São Paulo, 2003. Disponível em:
<<http://www.tec.abinee.org.br>>. Acesso em: 29 de outubro de 2004.

CONVENÇÃO DO CLIMA. *Convenção sobre Mudança do Clima*. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Publicado pela Unidade de Informações sobre Mudança do Clima em nome do Secretariado Permanente da Convenção. Editado e Traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil, 1995.

DE VRIES, H.J.; ROOS, C.J.; BEURSKENS, L.W.M.; VAN DIJK, A.L.; UYTERLINDE, M.A. *Renewable Electricity Policies in Europe*. ECN, Holanda, 2003.

DEL RIO, P. *A European-wide Harmonised Tradable Green Certificate Scheme for Renewable Electricity: Is it Really so Beneficial?* *Energy Policy* n.º 33, pp. 1239-1250, 2005.

DINICA, V.; ARENTSEN, M.J. *Green Electricity in the Netherlands*. Center for Clean Technology and Environmental Policy, University of Twente, Holanda , 2001.

_____. *Green Certificate Trading in the Netherlands in the Prospect of the European Electricity Market*. Energy Policy n.º 31, pp. 609-620, 2003.

GALDINO, M.A.; LIMA, J.H.G. *PRODEEM – O Programa Nacional de Eletrificação Rural Baseado em Energia Solar Fotovoltaica*. Anais do 9.º Congresso Brasileiro de Energia, pp. 1806-1814, v. 4, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2002.

GARCIA, X.R.D. *O Capitalismo Céba-se co Petróleo*. Tempos Novos n.º 67, pp. 40-44, 2002.

GELLER, H.S. *Revolução Energética: Políticas para um Futuro Sustentável*. Relume Dumará: USAid, Rio de Janeiro, 2003.

GERELLI, E. *Thinking About the Future: Economic Aspects*. In: Conference on Scenarios: The Art of Thinking the Unthinkable, University of Pavia, Pavia, 1999. Disponível em: <http://web.gc.cuny.edu/Eusc/activities/paper/gerelli/emilio_gerelli.htm>. Acesso em 28 de abril de 2005.

HAAS, R.; FABER, T.; GREEN, J.; GUAL, M.; HUBER, C.; RESCH, G.; RUIJGROK, W.; TWIDELL, J. *Promotion Strategies for Electricity from Renewable energy Sources in EU Countries*. Institute of Energy Economics, Vienna University of Technology, Austria, 2001.

IPCC. *IPCC First Assessment Report. Climate Change 1990*. Geneva, Switzerland, 1990.

_____. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 21 de outubro de 2004.

KAHN, H.; BROWN, W.; MARTEL, L. *The Next 200 Years: A Scenario for America and the World*. William Morrow, New York, 1976.

KETE, N.; BHANDARI, R.; BAUMERT, K. *Should Development Aid be Used to Finance the Clean Development Mechanism?* World Resources Institute. Washington DC, 2001.

KITTLER, R. *Renewable Energy in the USA – Federal and State Activities to Promote Alternative Electricity Generation*. Policy Paper n.º 21, Heinrich Boell Foundation, Washington DC, 2003.

KJAER, C. *Green Certificates in Denmark: The Litmus Test*. Danish Wind Industry Association, Dinamarca, 2001.

LANGNISS, O.; WISER, R. *The Renewables Portfolio Standard in Texas: an Early Assessment*. Energy Policy n.º 31, pp. 527-535, 2003.

LAUBER, V. *REFIT and RPS: Options for a Harmonised Community Framework*. Energy Policy n.º 32, pp. 1405-1414, 2004.

_____. *The Different Concepts of Promoting Res-Electricity and their Political Careers*. In: Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Berlim, 2001. Disponível em: <<http://www.glogov.de>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2005.

LAWAETZ, H. *The Green Certificate Market in Denmark. Status of Implementation*. The Danish Energy Agency, Dinamarca, 2001.

LOPES, I. V. *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: Guia de Orientação*. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.

MADLENER, R.; FOUQUET, R. *Markets for Tradable Renewable Electricity Certificates: Dutch Experience and British Prospects*. In: 1999 BIEE Conference “A New Era for Energy? Price Signals, Industry Structure and Environment”. St. John’s College, Oxford, 1999. Disponível em: <<http://www.cepe.ch>>. Acesso em 03 de janeiro de 2005.

MAGRINI, A. *Política e Gestão Ambiental: Conceitos e instrumentos*. Revista Brasileira de Energia v. 8, n.º 2, pp. 135-147, Rio de Janeiro, 2001.

MCKIBBIN, W.J.; WILCOXEN, P.J. *Estimates of the Cost of Kyoto-Marrakesh Versus the McKibbin-Wilcoxen Blueprint*. Brookings Institution, Washington DC, 2003.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS D.L.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. *Limites do Crescimento*. Perspectiva, São Paulo, 1972.

MEADOWS, D.H.; RANDERS, J. *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Chelsea Green, Post Mills, 1992.

MENDES, F.E.; SEROA DA MOTTA, R. *Instrumentos Econômicos para o Controle Ambiental do Ar e da Água: Uma Resenha da Experiência Internacional*. Rio de Janeiro, IPEA, 1997.

MENZ, F.C. *Green Electricity Policies in the United States: A Case Study*. Energy Policy n.º 33, pp. 2398-2410, 2005.

MEYER, N. I. *European Schemes for Promoting Renewables in Liberalised Markets*. Energy Policy n.º 31, pp. 665-676, 2003.

MEYER, N. I.; KOEFOED, A.L. *Danish Energy Reform: Policy Implications for Renewables*. Energy Policy n.º 31, pp. 596-607, 2003.

MICHAELOWA, A. *Project-based Instruments: Economic Consequences of the Kyoto and Buenos Aires Framework and Options for Future Development*. In: Brockmann, Karl-Ludwig; Stronzik, Marcus (eds): *Flexible Mechanisms for an Efficient Climate Policy*, pp. 39-62, Physica, Heidelberg, 2000.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 19 de outubro de 2004.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2005.

_____. *Cartilha do Programa Luz para Todos*. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/luzparatodos>>. Acesso em: 07 de abril de 2005.

MITCHELL, C. *The Renewables NFFO*. Energy Policy n.º 23, pp. 1077-1091, 1995.

_____. *The England and Wales Non-Fossil Fuel Obligation: History and Lessons*. Annual Review of Energy and the Environment n.º 25, pp. 285-312, 2000.

MITCHELL, C.; ANDERSON, T. *The Implications of Tradable Green Certificates for the UK*. ETSU, 2000.

MITCHELL, C.; BAUKNECHT, D.; CONNOR, P. *Effectiveness through Risk Reduction: A Comparison of the Renewable Obligation in England and Wales and the Feed-In System in Germany*. Energy Policy, Article in Press, Corrected Proof, 2004.

MITCHELL, C.; CONNOR, P. *Renewable Energy Policy in the UK 1990–2003*. Energy Policy n.º 32, pp. 1935-1947, 2004.

MORTHORST, P.E. *Danish Renewable Energy and a Green Certificate Market*. In: Conference on Design of Energy Markets and Environment, Copenhagen, 1999. Disponível em: <<http://www.risoe.dk>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2005.

_____. *The Development of a Green Certificate Market*. Energy Policy n.º 28, pp. 1085-1094, 2000.

_____. *Interactions of a Tradable Green Certificate Market with Tradable Permits Market*. Energy Policy n.º 29, pp. 345-353, 2001.

_____. *National Environmental Targets and International Emission Reduction Instruments*. Energy Policy n.º 31, pp. 73-83, 2003a.

_____. *A Green Certificate Market Combined with a Liberalised Power Market*. Energy Policy n.º 31, pp. 1393-1402, 2003b.

MORTHORST, P.E.; SKYTTE, K.; HUBER, C.; RESCH, G.; DEL RIO, P.; GUAL, M.; RAGWITZ, M.; SCHLEICH, J.; WHITE, S. *Analysis of Trade-Offs Between Different Support Mechanisms*. Project Report – Work Package 4, European Communities, Austria, 2004.

MOZUMDER, P.; MARATHE, A. *Gains from a Integrated Market for Tradable Renewable Credits (TREC)s*. Ecological Economics n.º 49, pp. 259-272, 2004.

NIELSEN, L., JEPPESEN, T., *Tradable Green Certificates in Selected European Countries – Overview and Assessment*. Energy Policy n.º 31, pp. 3-14, 2003.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the Promotion of Electricity produced from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market*. Brussels, 2001.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. *Economics of Natural Resources and Environment*. Harvester Wheatsheaf, London, 1990.

PIGOU, A. C. *The Economics of Welfare*. Library of Economics and Liberty. Disponível em: <<http://www.econlib.org>>. Acesso em: 10 de outubro de 2004.

PROTOCOLO DE QUIOTO. *Protocolo de Quioto*. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Editado e Traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o Apoio do ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil, 1997.

RAMOS, F. S. *Qualidade do Meio Ambiente e Falhas de Mercado*. Revista Análise Econômica, Ano 14, n.º 25, pp. 39-51, Porto Alegre, 1996.

RENEWABLE ENERGY CERTIFICATE SYSTEM. Disponível em <<http://www.recs.org>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2005.

ROCHA, M. T. *Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: Uma Aplicação do Modelo CERT*. Tese (Doutorado em Agronomia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.

ROMEIRO, A.R. *Economia ou Economia Política da Sustentabilidade?* Texto para Discussão n.º 102, IE/UNICAMP, Campinas, 2001.

ROSALES, J.; PRONOVE, G. *A Layperson's Guide to the Clean Development Mechanism: The Rules From Marrakech*. United Nations, New York, 2002.

_____. *Implementation Guide to the CDM Putting the Marrakech Accords into Practice*. UNCTAD-Earth Council, 2003.

SALVATORE, D. *Microeconomia*. McGraw-Hill, São Paulo, 1977.

SCHAEFFER, G.J.; BOOTS, M.G.; ANDERSON, T.; MITCHELL, C.; TIMPE, C.; CAMES, M. *The implications of Tradable Green Certificates for the Deployment of Renewable Electricity*. ECN, Holanda, 1999.

SCHAEFFER, R.; SZKLO, A..S.; MACHADO, G. *Matriz Energética Brasileira 2003-2023*. Relatório Técnico para o MME. PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

SEROA DA MOTTA, R. *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, 1998.

SIJM, J.P.M. *Interaction of the EU Emissions Trading Directive with Climate Policy Instruments in the Netherlands*. ECN, Holanda, 2003.

SMITH, A. *Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações*. Abril Cultural, São Paulo, 1984.

SOUZA, P.R.C. *Evolução da indústria de Energia Elétrica Brasileira sob Mudanças no Ambiente de Negócios: Um Enfoque Institucionalista*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) - UFSC, Florianópolis, 2002.

STEWART, R.; ANDERSON, D.; ASLAM, M.A.; EYRE, C.; JONES, G.; SANDS, P.; STUART, M.; YAMIN, F. *The Clean Development Mechanism – Building International Public-Private Partnerships Under the Kyoto Protocol*. United Nations, Nova York, 2000.

TASSOS, S. *Electricity Trading Arrangements*. Centre of Renewable Energy Systems Technology Loughborough University, Loughborough, 2001.

TIETENBERG, T. *Disclosure Strategies for Pollution Control*. Environmental and Resource Economics. Kluwer Academic Publishers, 1998.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. Disponível em: <<http://unfccc.int>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2005.

_____. *Decisions Adopted by the Conference of the Parties (Decision 1/CP.1)*. Berlim, 1995. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/cop1/07a01.pdf>>. Acesso em: 28 de abril de 2005

_____. *Glossary of Terms Used in the CDM Project Design Document(CDM-PDD)*. Bonn, 2003. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/EB/Meetings/007/eb7ra04.pdf>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2005.

_____. *Clarifications on the treatment of national and/or sectoral policies and regulations (paragraph 45 (e) of the CDM Modalities and Procedures) in determining a base-line scenario*. Bonn, 2004. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/EB/Meetings/016/eb16repan3.pdf>>. Acesso em: 18 de março de 2005.

_____. *Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small-Scale CDM Project Activity Categories*. Bonn, 2005. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Projects/pac/ssclistmeth.pdf>>. Acesso em: 28 de abril de 2005.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION - UNIDO. *CDM Investor Guide Brazil*. Vienna Austria, 2003.

VAN DIJK, A.L.; BEURSKENS, L.W.M.; BOOTS, M.G.; KAAL, M.B.T.; DE LANGE, T.B.; VAN SAMBEEK, E.J.W.; UYTERLINDE, M.A. *Renewable Market Policies and Market Developments*. ECN, Holanda, 2003.

VAN SAMBEEK, E.J.W.; VAN THUIJL, E. *The Dutch Renewable Electricity Market in 2003 - An Overview and Evaluation of Current Changes in Renewable Electricity Policy in the Netherlands*. ECN, Holanda, 2003.

VARIAN, H. R. *Microeconomia: Princípios Básicos*. Tradução da 2ª Edição Americana, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1997.

WALTER, A. *Fomento à Geração Elétrica com Fontes Renováveis de Energia no Meio Rural Brasileiro: Barreiras, Ações e Perspectivas*. In: 3. Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas, 2000. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000100028&lng=es&nrm=abn>. Acesso em: 11 de março de 2005.

WISER, R.; PORTER, K.; GRACE, R. *Evaluating Experience with Renewables Portfolio Standards in the United States*. Kluwer Academic Publishers, Holanda, 2004.