



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



OS IMPACTOS DA DEMANDA POR CRÉDITO DE CARBONO SOBRE O MERCADO DE CERTIFICAÇÕES DE REDUÇÕES DE EMISSÕES NO BRASIL

AUGUSTO MUSSI ALVIM; MARIA FERNANDA CAVALIERI DE LIMA SANTIN;

PUCRS

PORTO ALEGRE - RS - BRASIL

AUGUSTO.ALVIM@PUCRS.BR

APRESENTAÇÃO ORAL

AGROPECUÁRIA, MEIO-AMBIENTE, E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

OS IMPACTOS DA DEMANDA POR CRÉDITO DE CARBONO SOBRE O MERCADO DE CERTIFICAÇÕES DE REDUÇÕES DE EMISSÕES NO BRASIL

Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável.

RESUMO: o objetivo deste estudo é estimar o tamanho do mercado potencial de Certificados de Reduções de Emissões, CREs, no âmbito do Protocolo de Quioto, para o período de 2008 a 2012. A partir desta estimativa, avaliam-se os efeitos causados pelo aumento da demanda dos CREs em possíveis cenários, no que refere à receita proveniente da comercialização dos CREs e dos investimentos afins. A metodologia utilizada, denominada Identidade Kaya, consiste no cálculo das emissões derivadas de fatores tais como: a evolução da renda *per capita*, o crescimento populacional, a intensidade energética e a intensidade de dióxido de carbono, em cenários que tentam captar a adoção de tecnologias de menor potencial poluidor. O trabalho aborda os principais aspectos do Protocolo de Quioto e da metodologia necessária para a implantação de um projeto de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, MDL. Por fim,

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

são identificadas as atividades promissoras no Brasil. A conclusão principal é que existe uma possibilidade de ganhos financeiros significativos, aliado à conservação ambiental. Ficou evidente a importância de haver políticas públicas que estimulem o investimento em MDL para que o Brasil possa participar plenamente do mercado mundial como ofertante de certificados de reduções de emissões e também para implementar uma política que contribua para reduzir as emissões de gases.

Palavras-chave: Aquecimento terrestre, mercado de Certificados de Reduções de Emissões, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

ABSTRACT: the main objective of this study is to estimate the size of the potential market of Certified Emission Reductions, CERs, as defined by Kyoto Protocol, for the period of 2008 to 2012. Based on this estimate, the effects caused by the increase of the demand of the CERs in possible scenes are evaluated. The methodology used, called Kaya Identity, consists of the emission calculation derived from factors such as the evolution of *per capita* income, the population growth, the energy intensity, and the intensity of carbon dioxide in scenes that try to get the adoption of less potential polluting technologies. The paper is also concerned, first, with discussing aspects of Kyoto Protocol and the necessary methodology for the implantation of a project of Clean Development Mechanism, CDM; and with the identification of promising activities in Brazil. The main conclusion is that there is a possibility of significant financial profits, allied to the environment conservation. It was evident the importance of having public politics that stimulates the investment in CDM so that the Country can fully participate in the worldwide market as a supplier of Certified Emission Reductions and also implement a climatic change policy.

Keywords: Global Warming, market of Certified Emission Reductions, Clean Development Mechanism.

1 INTRODUÇÃO

As atividades desenvolvidas pelo homem sempre estiveram relacionadas à transformação do meio ambiente. Inicialmente, estas eram destinadas apenas à subsistência, de forma que a modificação do espaço ocorria em ritmo lento e para o fim específico de fornecer alimento à população. Com o passar dos séculos, a utilização dos recursos naturais assumiu um novo caráter. Não mais se dava com o objetivo de subsistência e sim com o de acumular riquezas, através da produção e comercialização de produtos. Novas tecnologias foram desenvolvidas e os ganhos daí resultantes impulsionaram a expansão comercial e a exploração crescente do meio ambiente.

As intensas transformações ambientais ocorridas ao longo de séculos, decorrentes da ação humana, contribuíram para o surgimento de conseqüências ainda desconhecidas pelo homem. O aquecimento terrestre é uma delas. Existem muitas controvérsias acerca do impacto da atividade produtiva sobre o aumento da temperatura global, motivadas pelo fato de que o Planeta possui ciclos naturais de aquecimento e resfriamento. No entanto, pesquisas recentes (STERN, 2006; BANCO MUNDIAL, 2006; ETHERIDGE et al, 1998). Vêm contribuindo para a formação de um consenso em torno do fato de que a atividade humana está afetando o clima terrestre de maneira determinante.

No contexto atual, de contínua elevação de emissões de gases do efeito estufa, espera-se um aumento de temperatura de 1,8° C a 4,0°C até o fim do próximo século, fato que poderá



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



ocasionar grandes transformações ambientais que terão impactos tanto sobre a economia quanto ao bem-estar da população. Observa-se que a velocidade e a intensidade do aumento da temperatura ocorridos no último século são incompatíveis com o período de tempo necessário à adaptação natural dos ecossistemas e a maior preocupação é o ritmo acelerado do crescimento dos gases intensificadores do efeito estufa, considerado o principal fator contributivo para o aquecimento global. (BANCO MUNDIAL, 2006).

Como resposta ao problema do aquecimento terrestre, a Organização das Nações Unidas, em 1997, formulou o Protocolo de Quioto, considerado um instrumento para a implementação da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. No Protocolo de Quioto ficou determinado que os países signatários do Anexo I¹ reduziram suas emissões de gases formadores do efeito estufa em 5,2%, considerando o montante emitido no ano de 1990, no período entre 2008 e 2012. Para entrar em vigor, o Protocolo de Quioto teve que ser ratificado por 55 países desenvolvidos, o que ocorreu em 2004, quando da assinatura pela Rússia.

A fim de facilitar o alcance da meta foram criados os mecanismos de flexibilização, que permitem aos países do Anexo I adquirirem certificados de reduções de emissões de outras nações que possuam projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Conceitualmente, os projetos de MDL são aqueles que permitem a redução das emissões de gás de efeito estufa de maneira economicamente viável. E é a única forma de inserção de países em desenvolvimento nas atividades estipuladas pelo Protocolo de Quioto. Isto porque os países do Anexo I têm interesse em investir em projetos de MDL que possuam um custo marginal de abatimento das emissões menores que em seus próprios territórios.

A contribuição ativa de um MDL na redução das emissões é reconhecida através da emissão de certificados de redução de emissões, CREs, ou simplesmente, Créditos de Carbono. Estes podem ser comercializados diretamente entre os países que participam do Protocolo de Quioto ou em bolsas de mercadorias e futuros. Cada crédito equivale a uma tonelada métrica de dióxido de carbono seqüestrado ou mitigado, calculada com o uso dos potenciais de aquecimento global.

Devido ao tamanho do mercado potencial e a velocidade de expansão, os CREs estão sendo objeto de investimentos de grandes empresas e governos, de forma que, já existem quase dois mil projetos que seguem os critérios do Protocolo de Quioto para MDL. Destes, 636 se localizam na Índia. Outros 483, na China e 222 no Brasil. É válido salientar que o Brasil, juntamente com a Índia e a China, é um dos países mais promissores na atração de investimentos em MDLs, haja vista sua grande diversificação produtiva e a dependência de combustíveis fósseis, fatos que viabilizam a implantação de vários tipos de projetos. As extensas áreas de terras agricultáveis e de cobertura florestal também conferem vantagens comparativas na implantação de projetos voltados à conservação ambiental e reflorestamentos.

Desta forma, com a adoção de medidas capazes de reduzir os níveis de emissão do dióxido de carbono, espera-se que o Brasil se beneficie com o aumento da demanda pelos CREs. A avaliação dos efeitos sobre o mercado de crédito de carbono brasileiro causados pelo

¹ As partes do Anexo I são os países que tem metas em relação ao Protocolo de Quioto. São divididos em dois sub-grupos: aqueles países que necessitam diminuir suas emissões e, portanto, podem tornar-se compradores de créditos provenientes do MDL; e os países que estão em transição econômica e por isso podem ser anfitriões de projetos do tipo Implementação Conjunta (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



aumento da demanda de certificados de redução de emissões no período de 2008 a 2012, em possíveis cenários, é o objetivo principal deste trabalho.

Como objetivo específico, tratar-se de aspectos relevantes do Protocolo de Quioto que se refere à metodologia necessária para a implantação de um projeto de MDL. Também são identificadas as atividades promissoras para projetos de MDL no Brasil. Por fim, avaliar-se os possíveis impactos sobre a economia brasileira em possíveis cenários para o período 2008-12 sobre a ótica econômica e ambiental.

2 A RESPOSTA AO AQUECIMENTO TERRESTRE

Esta seção é baseada no Protocolo de Quioto (1997), na Conferência das Partes (2001) e Santin (2007). Tem por fim caracterizar os principais aspectos deste acordo que abrange questões ambientais, sociais, e econômicas; e compreender os mecanismos de flexibilização, que permitem aos países desenvolvidos adquirirem créditos de outras nações que possuam projetos de MDLs.

2.1 O Protocolo de Quioto

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, inaugurou uma nova etapa na perspectiva ambientalista mundial ao propor ações que relacionavam a preservação ambiental com o desenvolvimento econômico, principalmente no caso de países em desenvolvimento. Foram discutidos temas como mudança climática, diversidade biológica e propostas estratégicas de ação e de cooperação entre países, que resultaram em um documento intitulado Agenda 21 (WEHRMANN E DUARTE, 2004). A Agenda 21 se caracterizou por propor alternativas à degradação ambiental, frisando a importância da cooperação entre os 179 países participantes da Conferência.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em 1992, foi o embrião do Protocolo de Quioto, quando os governos participantes reconheceram a necessidade de implementar um processo permanente de revisão, discussão e troca de informações sobre questões envolvendo o aquecimento terrestre. Esta possibilitou a adoção de compromissos adicionais, por parte dos países, em resposta às mudanças no conhecimento científico e nas disposições políticas.

A primeira revisão ocorreu em Berlim, em 1995, quando da sessão inaugural da Conferência das Partes. Nela, os países envolvidos concluíram que o compromisso previamente assumido, de voltar suas emissões para os níveis de 1990, até o ano 2000, não era factível. Neste momento, adotou-se o “Mandato de Berlim”, que estabeleceu uma nova fase de discussões sobre o fortalecimento dos compromissos dos países desenvolvidos. Formou-se um grupo de trabalho com o objetivo de elaborar o esboço de um acordo que, após oito sessões, foi encaminhado à 3ª Conferência das Partes, COP-3, para negociação final.

Somente na Conferência realizada em Quioto, Japão, em dezembro de 1997, que se chegou ao consenso de adotar-se um Protocolo pelo qual os países industrializados signatários reduziriam suas emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990 até o período entre 2008 e 2012. Em 16 de março de 1998, o Protocolo de Quioto foi aberto para assinatura, sendo estabelecida sua vigência a partir de 90 dias após a ratificação por pelo menos 55 países integrantes da Convenção, incluindo aqueles desenvolvidos, que contabilizaram pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono em 1990. Os países desenvolvidos que deveriam se comprometer a reduzir suas emissões foram incluídos

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

no Anexo I do Protocolo de Quioto. Na tabela 1 estes países estão relacionados de acordo com os níveis de emissão.

Tabela 1. Total de emissões de dióxido de carbono dos países integrantes do Anexo I, do Protocolo de Quioto, em 1990.

Partes do Anexo I	Emissões, em 1000 t.	Participação %	Partes do Anexo I	Emissões, em 1000 t.	Participação %
Estados Unidos da América	4.957.022	36,1	Suécia	61.256	0,4
Federação Russa	2.388.720	17,4	Áustria	59.200	0,4
Japão	1.173.360	8,5	Eslováquia	58.278	0,4
Alemanha	1.012.443	7,4	Finlândia	53.900	0,4
Reino Unido	584.078	4,3	Dinamarca	52.100	0,4
Canadá	457.441	3,3	Suíça	43.600	0,3
Itália	428.941	3,1	Portugal	42.148	0,3
Polônia	414.930	3,0	Estônia	37.797	0,3
França	366.536	2,7	Noruega	35.533	0,3
Austrália	288.965	2,1	Irlanda	30.719	0,2
Espanha	260.654	1,9	Nova Zelândia	25.530	0,2
Romênia	171.103	1,2	Letônia	22.976	0,2
República Checa	169.514	1,2	Luxemburgo	11.343	0,1
Países Baixos	167.600	1,2	Islândia	2.172	0,0
Bélgica	113.405	0,8	Liechtenstein	208	0,0
Bulgária	82.990	0,6	Mônaco	71	0,0
Grécia	82.100	0,6			
Hungria	71.673	0,5	Total	13.728.306	100

Fonte: Protocolo de Quioto, 1997.

Na tabela 1, apontou-se também a quantidade emitida dos gases causadores do efeito estufa no ano de 1990, volume que serviu de base para se estabelecer a meta proposta no Protocolo de Quioto. Sobre a quantidade emitida em 1990, busca-se reduzir 5,2%. Ainda é apresentada a participação dos países nas emissões totais. Estados Unidos da América, República Russa, Japão e Alemanha são os que mais contribuem para o efeito estufa. No entanto, apenas os países que ratificaram o Protocolo assumiram o compromisso de adotar medidas que garantam o alcance da meta.

Nestes termos, o Protocolo entrou em vigor em 15 de fevereiro de 2005, quando a República Russa, em troca do apoio europeu para o ingresso na Organização Mundial do Comércio (OMC), ratificou-o. Antes da assinatura russa, o Protocolo havia sido aderido por países do Anexo I que contabilizavam 44% das emissões totais de dióxido de carbono em 1990. Após a ratificação, a exigência de que pelo menos 55% dos responsáveis pelas emissões seja cumprida. No entanto, o país de maior contribuição para as emissões dos gases dos efeitos estufa, os Estados Unidos da América, não aderiu ao Protocolo, alegando perdas econômicas.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



Para ajudar os países signatários do Anexo I a alcançarem suas metas, o Protocolo de Quioto estabeleceu três mecanismos flexíveis: o primeiro foi a implementação conjunta, que possibilita a parceria entre países do Anexo I, com o propósito de atingir suas metas de redução de emissões; o segundo mecanismo foi o comércio de emissões restrito aos pertencentes ao Anexo I; e por fim, o mecanismo de desenvolvimento limpo, que permite a participação dos países em desenvolvimento e será apresentado mais detalhadamente no decorrer do trabalho.

Os dois primeiros mecanismos estão associados aos países pertencentes ao Anexo I. Já o MDL estimula a participação dos países que não fazem parte do Anexo I e tem por objetivo principal o desenvolvimento sustentável ao contemplar métodos de produção que poluam menos o meio ambiente. Para os países do Anexo I, o MDL facilita o cumprimento das metas estabelecidas de redução das emissões, principalmente, porque estes podem adquirir as reduções certificadas de emissões conferidas ao outro grupo de países. Este processo é o embrião da comercialização das reduções de emissões, atualmente popularizado por mercado de créditos de carbono.

A seguir são apresentadas as etapas necessárias para obtenção dos certificados de redução de emissões, quando se considera a implantação de um mecanismo de desenvolvimento limpo.

2.2 Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

Conceitualmente, os projetos de MDL são aqueles que, ao mesmo tempo em que promovem o desenvolvimento, também propiciam o seqüestro de carbono ou simplesmente evitam sua emissão na atmosfera. Esta é a única forma de inserção de países em desenvolvimento nas atividades estipuladas pelo Protocolo de Quioto. Isso porque, os países desenvolvidos signatários, que se comprometeram a reduzir a emissão de gases poluentes, têm interesse em investir em projetos de MDL que possuem um custo marginal de abatimento das emissões menor que em seus próprios territórios. Supõe-se que isso ocorra em países menos desenvolvidos.

Para implementar um projeto de MDL, capaz de gerar crédito de carbono, são necessárias sete etapas:

- a) A concepção do projeto;
- b) A validação;
- c) A aprovação;
- d) O registro;
- e) O monitoramento;
- f) A verificação;
- g) A certificação das reduções de emissões.

Os proponentes ao MDL devem selecionar um período de obtenção de créditos dentre uma das alternativas: um máximo de sete anos, que podem ser renovados por até duas vezes, desde que, para cada renovação, uma entidade operacional designada determine e informe ao conselho executivo que a linha de base original do projeto ainda é válida ou foi atualizada levando em conta a existência de novos dados, se for o caso. Ainda é possível um prazo máximo de dez anos sem opção de renovação.

As reduções das emissões resultantes das atividades do projeto do MDL, durante um período de tempo especificado, são calculadas após o monitoramento. Para quantificá-las,



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



subtrai-se as emissões dos gases de efeito estufa resultantes das atividades do MDL da linha de base. Ao descontar as emissões totais do projeto daquelas referentes à linha de base, chega-se as reduções de emissões da atividade do projeto do MDL, que geram os certificados (Conferência das Partes, 2001).

O procedimento, por ser burocrático e de elevado custo, dificultava a participação de projetos de pequena escala. Desta forma, para tentar ampliar as chances de investimentos, a Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima definiu uma nova categoria de projetos: os de pequena escala.

2.2.1 Projetos de Pequena Escala

A Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, ocorrida em 2002, definiu os projetos que podem ser considerados de pequena escala e com isso, terem seus procedimentos simplificados e custos reduzidos. Estes projetos podem ser agrupados e encaminhados conjuntamente e são beneficiados com a redução das exigências documentais. As metodologias de linhas de base e o plano de monitoramento também são simplificados, objetivando reduzir o custo de desenvolvimento de uma linha de base para um projeto. Por fim, é permitido que a mesma entidade operacional realize a validação, a verificação e a certificação (Conferência das Partes, 2002).

São considerados projetos de pequena escala os que se enquadram em alguma das três categorias seguintes. A primeira engloba projetos que envolvem plantas de geração de energia renovável com capacidade máxima de produção equivalente a até 15 megawatts. A segunda refere-se aos que propiciam uma melhoria da eficiência energética, reduzindo o consumo de energia do lado da oferta e/ou da demanda, até o equivalente a 15 gigawatt/hora por ano. E a terceira abarca as outras atividades que tanto diminuam emissões antrópicas por fontes quanto emitam diretamente menos do que 15 toneladas equivalentes de dióxido de carbono por ano (Conferência das Partes, 2002). Exemplos de projetos que se enquadram nas categorias estabelecidas são apresentados na tabela 2 a seguir.

Em 2004, a Conferência das Partes considerou modalidades e procedimentos simplificados similares aos já relatados anteriormente para projetos de pequena escala de florestamento e reflorestamento. Foi considerado como pequena escala aqueles projetos que promovam remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros inferiores a oito toneladas de CO₂ por ano. Quando o projeto exceder a esta capacidade de seqüestro do dióxido de carbono, o excedente não será elegível à emissão de reduções certificadas (Conferência das Partes, 2004).

Tabela 2. Exemplos de categorias de atividades de projeto de MDL de pequena escala

Projetos	Categoria
Energia renovável	A. Geração de energia pelo usuário/ domicílio
	B. Energia mecânica para o usuário/empresa
	C. Energia térmica para o usuário
	D. Geração de eletricidade para um sistema
Melhoria da eficiência Energética	E. Melhoria da eficiência energética na transmissão e distribuição
	F. Melhoria da eficiência energética na geração



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



	G. Programas de eficiência energética do lado da demanda para tecnologias específicas
	H. Medidas de eficiência energética e de substituição de combustível para instalações industriais
	I. Medidas de eficiência energética e de substituição de combustível para edifícios.
Outras atividades	J. Agricultura
	K. Substituição de combustíveis fósseis
	L. Reduções de emissões no setor de transporte
	M. Recuperação de metano
	N. Florestamento e reflorestamento

Fonte: Conferência das Partes, 2002 e 2004.

Desta forma, a certificação das reduções de emissões de projetos de pequena escala aumentou as possibilidades de incremento do mercado de carbono. No que se refere ao Brasil, estes projetos são especialmente atrativos, pois privilegiam os de energias renováveis e os de florestamento e reflorestamento, segmentos em que o País possui vantagens tecnológicas e recursos naturais apropriados. Este tema será tratado ao longo do trabalho. Por ora, na próxima seção são tecidas considerações acerca do mercado de CREs.

2.2.2 Mercado de Certificados de Redução de Emissões

A comercialização dos CREs ocorrem de duas formas distintas. A primeira delas é através da aquisição dos certificados por fundos de investimentos. Apenas o Banco Mundial administra nove fundos² em que participam agentes públicos e privados, com o objetivo de adquirirem os CREs provenientes de países em transição (BANCO MUNDIAL, 2007).

A segunda maneira de comercialização vai além do escopo do Protocolo de Quioto, que regulamenta apenas a redução de emissões de países signatários. Muitos países já implementaram leis que obrigam as indústrias de potencial poluidor mais elevados a reduzirem suas emissões. Quando há empresas que não conseguem atingir a meta estabelecida, estas podem alcançá-la adquirindo os CREs equivalentes (ROCHA, 2003).

Um exemplo foi a criação voluntária da Chicago Climate Exchange, em 2003, por diversas empresas norte-americanas. Nesta bolsa, em 2004, foram negociados 266,70 milhões de toneladas de CO₂, frente a 484,60 milhões de toneladas negociadas em 2005 (CCX, 2007).

Na bolsa europeia em 2006, a European Climate Exchange, foram negociados 452,77 milhões de toneladas de CO₂, em CREs, contra 94,35 milhões em 2005. No acumulado entre janeiro a maio de 2007, o volume já alcançava 300,2 milhões de toneladas (ECE, 2007). Em contratos futuros realizados em dezembro de 2006 com vencimento para dezembro de 2008, os CREs foram negociados a €18,25.

É válido salientar que a maior diferença destas bolsas, quando comparada com a negociação dos CREs no âmbito do Protocolo de Quioto, é o fato de que aquelas aceitam a comercialização de créditos de projetos que não se enquadram nas determinações das Conferências das Partes (FDDBS, s.d.).

² Prototype Carbon Fund (PCF); Netherlands JI and Netherlands CDM Funds; Community Development Carbon Fund (CDCF); Bio Carbon Fund; Italian Carbon Fund; Spanish Carbon Fund; Danish Carbon Fund; Pan European Carbon Fund.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



Outra consideração pertinente é que os CREs já são considerados commodities ambientais, o que permite o fechamento de contratos futuros nas bolsas de carbono. Conceitualmente, as commodities ambientais são mercadorias originadas de recursos naturais: água, energia, madeira, biodiversidade, reciclagem, emissão de poluentes e minério. Diferenciam-se das demais por serem produzidas ou extraídas de forma sustentável, em processos que não gerem externalidades negativas e nem comprometam o potencial de recuperação do ambiente, respeitando o equilíbrio dos ecossistemas em que estão inseridas (KHALILI, 2000).

As reduções de emissões projetadas para o primeiro período de vigência do Protocolo de Quioto, haja vista a quantidade de projetos existentes no mundo, em maio de 2007, é de 3,11 bilhões de toneladas de CO₂. Deste total, o Brasil participará com a redução de 195 milhões de toneladas, correspondendo a 6,26% do total mundial. Esta quantidade confere ao País a terceira colocação em termos de redução de emissões. A China ocupa a primeira posição, com uma redução projetada de 1,35 bilhões de toneladas de CO₂, correspondendo a 43,39% do total mundial. A Índia, por sua vez, reduzirá o equivalente a 861 milhões de toneladas de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos. Este montante corresponde a 27,63% do total reduzido e confere ao país a segunda posição (MINISTÉRIO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 2007a).

É válido ressaltar que as projeções e participações apresentadas referem-se ao cenário atual, feitos com base no número de projetos existentes. No entanto, a expectativa é que a implementação de MDLs e a demanda por CREs aumentem nos próximos anos, haja vista a necessidade de cumprimento da meta de redução frente ao crescimento mundial. Estimativas apontam para uma demanda de CREs da ordem de U\$ 17 bilhões ao ano a partir de 2010 (AUSTIN et al., 1999 *apud* ROCHA, 2003). Outras, mais otimistas, prevêem negociações de U\$ 20 bilhões por ano, estimuladas pela regulamentação e aceitação do mercado de certificados no mundo (MOURA-COSTA, 1997 *apud* ROCHA, 2003).

A participação dos países em desenvolvimento neste mercado será definida a partir das oportunidades de negócios presentes em cada um deles, bem como a regulamentação e o incentivo do governo local. Neste contexto, na seção seguinte, são apresentados setores de maior atratividade para investimentos em MDL no Brasil.

2.2.3 Projetos de MDLs Adaptáveis ao Brasil

Experiências apontam que o custo de reduzir uma tonelada de CO₂ nos países desenvolvidos pode variar entre U\$ 15,00 a U\$ 100,00. No entanto, este dispêndio em países em transição é bem inferior: de U\$ 1,00 a U\$ 4,00 por tonelada. Tal variância de valores envolve, além de diferenças entre custos de tecnologias e de mão-de-obra, a maior possibilidade de implementação de projetos de redução nestes países (BANCO MUNDIAL, 2007).

Outro fator que favorece os países em desenvolvimento na atração de investimentos em MDL é o financiamento oferecido por organismos internacionais. Os fundos administrados pelo Banco Mundial oferecem recursos financeiros para isto. Desta forma, os países em desenvolvimento podem ser beneficiados por investimentos tanto estrangeiros quanto nacionais em MDL e conforme demonstrado anteriormente, os mais atrativos são a Índia, a China e o Brasil, em ordem de elaboração de projetos.

Atualmente, considerando os 222 projetos existentes no Brasil, até maio de 2007, 58% destes eram de pequena escala. Os escopos de maior interesse foram os de geração elétrica e

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

de suinocultura, através do tratamento dos resíduos e redução do metano emitido na atmosfera. A soma destes representou 77,03% do total dos projetos. No entanto, a capacidade de redução de emissões destes projetos é relativamente inferior, quando comparado aos demais escopos. A geração de energia elétrica contribui para reduzir 28,53%, enquanto que a suinocultura, 9,23%, conforme observado na tabela 3. Os escopos em que há maior redução de emissões, considerando a capacidade individual de cada projeto, são os de redução de N_2O , os aterros sanitários e o manejo e tratamento de resíduos.

Tabela 3. Relação de projetos existentes no Brasil, em maio de 2007.

Projetos em Validação/Aprovação	Nº de projetos	Redução de emissão - milhões de t.	Participação dos projetos - %	Participação redução de emissões - %
Geração elétrica	134	55,81	60,36	28,53
Suinocultura	37	18,05	16,67	9,23
Aterros sanitários	25	64,86	11,26	33,16
Indústria manufatureira	10	11,17	4,50	5,71
Eficiência energética	9	0,41	4,05	0,21
Manejo e tratamento de resíduos	4	2,90	1,80	1,48
Redução de N_2O	2	42,29	0,90	21,62
Indústria química	1	0,12	0,45	0,06
Total	222	195,61	100	100

Fonte: Ministério Ciências e Tecnologia, 2007.

Quando se analisa a distribuição espacial dos projetos de MDL no Brasil, estes estão presentes em 20 estados. São Paulo é o principal, em termos de números de investimento em MDL, com 25% do total. Em seguida, Minas Gerais, com 14%, seguida pelo Rio Grande do Sul, com 9,1% e por Mato Grosso, com 8,8%.

Em termos de possibilidades de novos investimentos, o Brasil apresenta um amplo conjunto de alternativas. O setor energético é o mais promissor, principalmente por contar com a energia renovável obtida pelo processamento da biomassa. O País, já na década de 1970, investiu em pesquisas e incentivos através do Pro-álcool, que foi um programa bem sucedido de substituição em larga escala dos derivados de petróleo. O Programa determinou que fosse incorporada uma fração de álcool anidro na gasolina pura consumida pelos automóveis. No período de 1975 a 2000, evitou-se a emissão de 110 milhões de toneladas de dióxido de carbono (BIODIESELBR, 2006). Neste sentido, o Brasil possui tecnologias e procedimentos já utilizados, o que favorece a análise do projeto que se pretende, seja na sua viabilidade como no acompanhamento de resultados desejados (DENARDI, 2005).

Outro segmento que merece destaque é o florestamento e reflorestamento, frente à vocação florestal do Brasil, que confere grandes vantagens comparativas nesse setor (YOUNG, 2005). Por definição, o florestamento é a conversão induzida de terras que não foram plantadas com a mesma cultura por um período de pelo menos 50 anos em terras florestadas, através de plantio de mudas ou sementeira. Já o reflorestamento refere-se ao plantio em áreas que já foram florestadas, mas que desde 1989 já não possuem mais a cobertura vegetal apropriada (CONFERÊNCIA DAS PARTES, 2004). Nesses casos, a



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



obtenção de reduções certificadas de emissões se dá pela captura de carbono pela recomposição florestal (YOUNG, 2005).

O Brasil é considerado um dos países mais atrativos para investimentos em MDL e a atual posição é apenas um demonstrativo do potencial futuro. A fim de quantificar o quanto o Brasil pode se beneficiar com a implantação de MDLs e com a negociação de CREs até o fim do prazo de vigência do Protocolo de Quioto, é detalhada na próxima seção a metodologia e os cenários alternativos a serem estudados.

3 O POTENCIAL DE PARTICIPAÇÃO DO BRASIL NA OFERTA DE CERTIFICADOS DE REDUÇÕES DE EMISSÕES

A metodologia proposta tem por objetivo avaliar a quantidade de dióxido de carbono que deverá ser mitigadas para o cumprimento da meta de redução do Protocolo de Quioto e a partir de então, avaliar qual será a demanda por CREs e qual será o potencial de participação do Brasil neste mercado. Para tanto, fez-se uso da Identidade de Kaya aplicada a três cenários possíveis, visando calcular a quantidade de emissões que deverão ser abatidas para que haja o cumprimento da meta estabelecida pelos países signatários do Anexo I. Posteriormente, a partir da participação atual do Brasil nas reduções de emissões projetadas para o período de 2008 a 2012, tentou-se apontar o potencial de oferta de CREs em dois cenários nacionais. O primeiro contempla o estímulo governamental à implementação de MDLs, enquanto que no segundo, o ambiente interno permanece inalterado.

3.1 A Identidade de Kaya

Uma forma de tentar quantificar as emissões de dióxido de carbono futuras é através da Identidade de Kaya (KAYA et al., 1989). De acordo com esta, a variação na emissão de dióxido de carbono é resultado da variação populacional, do produto interno *per capita*, da intensidade energética de atividades econômicas, que é uma medida do consumo de energia por unidade de atividade econômica e da intensidade de dióxido de carbono proveniente da queima de energia fóssil utilizada, que é uma medida da quantidade de carbono associada a cada unidade de energia produzida.

Formalmente, a Identidade de Kaya é especificada da seguinte maneira:

$$Emiss\tilde{a}o_{CO_2} = \Delta Popula\tilde{c}\tilde{a}o * \Delta Pr\tilde{o}d\tilde{u}t\tilde{o}_{per\tilde{c}apita} * IE * I_{CO_2} \quad (3.1)$$

Em que,

$Emiss\tilde{a}o_{CO_2}$ = Emissões de dióxido de carbono no período *i*;

$\Delta Popula\tilde{c}\tilde{a}o$ = crescimento populacional no período *i*;

$\Delta Pr\tilde{o}d\tilde{u}t\tilde{o}_{per\tilde{c}apita}$ = crescimento do produto interno per capita no período *i*;

IE = Intensidade energética;

I_{CO_2} = Intensidade de dióxido de carbono.

É apropriado esclarecer que as emissões de CO₂ derivadas dos combustíveis fósseis incluem todas aquelas oriundas da produção, distribuição e consumo dos mesmos, além das emissões decorrentes da produção de cimento (IPCC, 2007). Desta forma, as emissões do CO₂ variam de acordo com a fonte de energia utilizada. O carvão é o combustível mais intensivo de carbono, seguido por petróleo e gás natural (EIA, 2006).

Outra consideração relevante no que se refere ao cálculo de emissões através da Identidade Kaya é a utilização do coeficiente de intensidade de dióxido de carbono, I_{CO_2} , que abrange apenas as liberações derivadas de energias fósseis. Entretanto, esta limitação é



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



contornada quando se aplica a metodologia aos países desenvolvidos, haja vista que a quase totalidade de suas emissões se originam das transformações energéticas de combustíveis fósseis. Já nos países em desenvolvimento, em que a produção agrícola e a modificação da cobertura vegetal nativa são intensas, uma parte relativamente elevada das emissões é resultante destas atividades. Nestes casos, a utilização da Identidade Kaya para estimar as emissões totais não se aplica.

Tanto a intensidade energética, *IE*, quanto a de *I CO₂*, relacionam-se com a tecnologia associada ao processo produtivo. Técnicas mais modernas geralmente otimizam a quantidade de energia utilizada, de forma que as emissões resultantes são inferiores às provenientes de técnicas menos sofisticadas. Sendo assim, pode-se afirmar que, considerando que os crescimentos populacional e econômico ocorram, a única maneira de manter o nível de emissão de CO₂ é através da incorporação de tecnologias que permitam a substituição da matriz energética e amplie a eficiência do processo.

Esta metodologia é considerada pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change*, para estimar cenários de emissões, cuja vantagem refere-se à decomposição das emissões em quatro forças, o que simplifica a comparação e a análise de diversos cenários de emissões (IPCC, 1992).

Stern (2006), através da utilização da Identidade Kaya aplicada a um conjunto de países concluiu que, no período de 1992 a 2002, houve reduções na intensidade energética e na intensidade de CO₂, fatores que refletem no retardamento das emissões globais, mas as emissões totais sofreram aumento devido ao crescimento econômico e populacional.

Albrecht et al. (2001) afirmaram que para períodos muito longos, a estimativa de CO₂ emitido por um país geram resíduos significativos, podendo inviabilizar as políticas climáticas que baseiam-se em seus resultados. Então, em um estudo envolvendo quatro países: Alemanha, Bélgica, França e Reino Unido, os autores utilizaram da Decomposição de Shapley, que tem sua origem na Identidade Kaya.

A Decomposição de Shapley considera separadamente as intensidades de dióxido de carbono e de energia para três setores específicos de uma economia: indústria, transporte e outros setores, de forma que se torna possível obter uma estimativa correta e simétrica, com resíduos mínimos. No entanto, Albrecht et al. (2001) deixa claro que, com o uso da Identidade Kaya, os resultados podem ser corretamente interpretados, como é demonstrado na comparação entre as duas metodologias apresentadas no estudo.

A conclusão dos autores foi que a intensidade do dióxido de carbono do uso da energia tem mais efeito sobre as emissões totais do que sugerido em exercícios convencionais da decomposição. Uma outra conclusão interessante da análise foi que o efeito do crescimento da população pode ser, para alguns países, mais importante que os demais.

Outro estudo interessante, que empregou a Identidade Kaya como metodologia, foi o realizado por Karakaya e Ozçac (2005). Os autores investigaram as relações entre as fontes de energia e a quantidade de dióxido de carbono emitida, entre 1992 e 2001, para cinco países da Ásia Central, que faziam parte da União Soviética. Os resultados indicaram uma redução de 34,9% das emissões de CO₂ no período analisado. No entanto, este fato não é devido às políticas climáticas e sim à substancial contração econômica e à migração populacional, características do processo de independência dos antigos países da União Soviética. Por fim, os autores sugerem que com a retomada do crescimento destes países, para que não haja uma



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



significativa elevação das emissões, esforços terão que ser feitos no sentido de estimular a adoção de fontes energéticas menos intensivas em CO₂.

No Brasil, o uso da Identidade Kaya ainda é muito pouco difundido, de forma que não existem muitos trabalhos que a utilizam. Em um deles, Gutierrez e Mendonça (2002) utilizaram a Identidade Kaya para simular cenários em que consideram a emissão de CO₂, o consumo de energia e algumas variáveis macroeconômicas para o País, em uma tentativa de avaliar o impacto da produção e do consumo energético na sustentabilidade climática. De acordo com este estudo, houve uma contínua elevação da intensidade energética no período de 1970 a 1990. E uma possível causa deste aumento está relacionada à mudança estrutural na indústria e à substituição das fontes energéticas. A perda de competitividade de setores nacionais menos intensivos no uso da energia estaria forçando uma realocação menos favorável. Entretanto, visto que a taxa de crescimento populacional tem mostrado desaceleração, pode ocorrer que um aumento da intensidade energética seja compensado pela desaceleração da renda *per capita* e da população, fazendo com que haja diminuição da quantidade emitida de CO₂.

3.2 Cenários alternativos

Com o objetivo de estimar o volume de CO₂ que deverá ser reduzido para que se consiga alcançar a meta de diminuição de 5,2% dos níveis emitidos pelos países signatários em relação aos patamares de 1990, três cenários foram traçados. Apesar de existir uma tendência ao aumento mais acelerado das emissões de CO₂, os cenários foram propostos considerando dados e estudos previamente existentes, com o objetivo de se traçar simulações as mais críveis possíveis. As variáveis consideradas são as mesmas que compõem a Identidade Kaya: o produto interno *per capita*, o crescimento populacional, a intensidade energética de atividades econômicas e a intensidade de dióxido de carbono resultante da queima de combustíveis fósseis.

É oportuno salientar que nos países em desenvolvimento, em que a produção agrícola e a modificação da cobertura vegetal nativa são intensas, uma parte relativamente elevada das emissões é resultante destas atividades. Contudo, nos países industrializados, a maior parte de suas emissões decorrem da queima de combustíveis fósseis. E ao optar por incluir apenas as projeções dos países desenvolvidos signatários do Protocolo de Quioto, em razão de ser sobre as emissões de CO₂ destes países que recai a meta de redução, este problema foi contornado sem que fosse necessário introduzir outros coeficientes que captem as emissões decorrentes de outras fontes na Identidade Kaya.

A seguir, estão relacionados os cenários a serem considerados:

a) **Primeiro cenário:** supõe-se que a economia dos países integrantes do Anexo I do Protocolo de Quioto, considerados industrializados, crescerá 2,70% ao ano, na próxima década. Este crescimento reproduz os padrões observados entre 1970 e 2000. A expansão populacional nestes países ocorrerá a taxas de 0,44%. A demanda mundial de energia entre 1970 e 2000 apresentou crescimento de 2,26% ao ano, sendo que, os países industrializados apresentam taxas anuais de 1,27% e os em desenvolvimento de 3,86%. Neste período, as variações na estrutura de participação das fontes de energia foram mínimas. O gás natural é o único energético que apresentou acréscimo de participação, substituindo, principalmente, o carvão mineral. O petróleo e a energia nuclear apresentam pequena perda de participação e as fontes renováveis permaneceram constantes (PATUSCO, 2002).



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



Para o cenário presente, considerar-se-á que o aumento da demanda energética será de 1,27% ao ano, que a matriz energética e as tecnologias utilizadas permanecerão constantes, de forma que não haverá nenhuma ação ou implementação de novas técnicas produtivas capazes de mitigar os gases do efeito estufa. Desta forma, em razão do aumento da demanda energética frente a constância tecnológica, tanto a intensidade de dióxido de carbono quanto a energética serão acrescidas em 1%.

b) **Segundo cenário:** serão consideradas as mesmas taxas de crescimento econômico e populacional do primeiro cenário, porém a intensidade energética apresentará declínio, supondo alterações nos padrões tecnológicos e mudanças estruturais.

A intensidade energética mundial, medida por unidade do valor adicionado, vem registrando queda de aproximadamente 0,92% ao ano, entre 1970 e 2000 (PATUSCO, 2002). Para os países desenvolvidos, a redução histórica é de 1,34%. Este será o coeficiente considerado para a projeção do segundo cenário. Quanto à intensidade de dióxido de carbono, em razão do aumento da utilização energética característica do crescimento econômico, da introdução de novas tecnologias, e também da substituição de combustíveis de maior potencial poluente por outros de potencial inferior, será considerada constante.

c) **Terceiro cenário:** as taxas de expansão populacional e do produto serão mantidas constantes. A intensidade energética sofrerá queda de 1,34%, a mesma registrada no segundo cenário. A intensidade de dióxido de carbono será reduzida em 1,00%. Esta diminuição implica na adoção de novas fontes energéticas, de menor conteúdo poluente e é compatível com a meta do Protocolo de Quioto, de redução de 5,2% das emissões registradas em 1990.

3.3 Metodologia Aplicada

Utilizando a Identidade de Kaya, obtêm-se as emissões projetadas para o período de 2008 a 2012 nos três cenários distintos, para os países signatários integrantes ao Anexo I. A partir de então, se reduz da projeção anual o equivalente à meta assumida por cada país. A soma das diferenças anuais refere-se à quantidade de emissões que cada país deve reduzir para alcançar a meta de redução estabelecida.

Formalmente,

$$REDUÇÕES_p = \sum_1^i Emissões_i - Meta_{1990} \quad (3.2)$$

Em que:

$REDUÇÕES_p$ = Reduções de CO₂, no período entre 2008 e 2012, por país;

$Emissões_i$ = Emissões de CO₂ no ano i

$Meta_{1990i}$ = Emissões de 1990 reduzidas em 5,2%

Em um segundo momento, agregam-se as reduções necessárias para o cumprimento da meta, por país, com o objetivo de identificar o total de emissões que o conjunto dos países do Anexo I deverão reduzir:

$$REDUÇÕES_{Totais} = \sum_n^p REDUÇÕES_p \quad (3.3)$$

Em que,

$REDUÇÕES_{Totais}$ = Total de reduções de CO₂ para alcançar a meta



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



$REDUÇÕES_p$ = Reduções de CO₂, no período n entre 2008 e 2012, por país, P ;

A partir do cálculo das reduções de emissões necessárias para o cumprimento da meta assumida pelos países do Anexo I do Protocolo de Quioto, estimou-se o quanto o Brasil poderá ofertar de Certificados de Reduções de Emissões, CREs. Para tanto, outros dois cenários pertinente ao Brasil são propostos:

- a) **Primeiro cenário**_{Brasil}: Ambiente interno favorável à implantação de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. Neste cenário são considerados estímulos públicos suficientes para induzir investimentos em projetos de MDLs, incluindo linhas de créditos e procedimentos burocráticos simplificados para obtenção das liberações dos órgão ambientais.
- b) **Segundo cenário**_{Brasil}: Manutenção do ambiente interno, em que não há linhas específicas de crédito para projetos de MDLs e que os procedimentos burocráticos para obtenção de licenças ambientais demandam tempo suficiente para estimular a migração dos investimentos para outros países. Neste caso, supõe-se que haverá uma migração de investimentos para a China e Índia.

Na próxima seção são apresentados os principais resultados obtidos a partir da metodologia apresentada nesta seção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do exposto até então é possível apontar para o objetivo final deste trabalho, que é a quantificação do tamanho do mercado potencial de CREs no Brasil. Nesta perspectiva, a partir da aplicação da metodologia apresentada, obteve-se as emissões anuais, por país, para o período de 2008 a 2012. Os valores obtidos foram reduzidos dos níveis de emissão de CO₂ em 1990.

Observou-se que o volume de dióxido de carbono emitido pelos países varia em razão da diferença das intensidades energética e de CO₂, explicadas pela composição da matriz energética utilizada. A Alemanha, que participa com 7,4% no total das emissões de CO₂, só apresenta emissões a serem reduzidas no primeiro cenário. Nos demais, este País pode atuar de acordo com o segundo mecanismo de flexibilização estipulado no Protocolo de Quioto, que permite a oferta e o comércio de emissões entre os pertencentes do Anexo I. A Alemanha investe massivamente em tecnologias que garante uma maior eficiência na utilização de combustíveis fósseis, de modo que seu indicador de intensidade energética está entre os mais baixos dentre o grupo de países considerado.

O mesmo movimento é observado na Rússia e nos países da antiga União Soviética. Entretanto, este grupo de países apresenta uma característica muito particular, a saber. Em 1991, com o fim do regime soviético, a economia local sofreu uma contração significativa. Muitas atividades industriais, de elevado potencial poluente foram encerradas, fato que colaborou para a redução das emissões de CO₂, de maneira involuntária. Esta afirmação encontra respaldo em Karakaya e Ozçac (2005), que quantificaram as emissões dos países pertencentes ao bloco comunista.

Em 1990, ano base para a criação da meta, os níveis de emissões registradas nos países da antiga União Soviética foram extremamente elevados, fato que explica a existência de créditos de emissões a serem negociados entre os membros do Anexo I.

Outra razão complementar para a evolução declinante das emissões da Rússia, especificamente, é a grande participação do gás natural em sua matriz energética. O País



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



apresenta o maior coeficiente de intensidade energética, 0,519, muito além da média dos países do Anexo I. Entretanto, a sua intensidade de CO₂, permanece próxima da média. Já nos demais países da antiga União Soviética, grande parte das emissões de CO₂ derivam do carvão, de modo que, ao retomarem o crescimento econômico, as emissões totais tenderão a aumentar significativamente.

Todos os demais países apresentaram saldo negativo de emissões, sendo necessário adquirir CREs para atingir a meta do Protocolo de Quioto. O Japão, em termos de volume de CO₂ a ser reduzido, ocupa o primeiro lugar. Em seguida, está o Canadá. Países da Europa, como Reino Unido, Itália, França e Espanha também estão entre os países que deverão intensificar seus esforços para alcançar a meta de redução. Os países com as maiores variações de emissões são também os que utilizam uma matriz energética em que predominam o uso do carvão e do petróleo, com exceção dos países da Ásia Central, que conforme referido, apresentaram redução das emissões em razão do colapso do sistema econômico comunista.

Na média mundial, a emissão de CO₂ proveniente do petróleo é a que apresenta a maior participação nas emissões totais, 41,74%. O carvão ocupa o segundo lugar, com participação de 37,00%. Gás natural, em terceiro, com 21,26% mundial. Os países do Anexo I emitem 30,06% das emissões totais de CO₂ proveniente de queima de combustíveis fósseis. A participação do conjunto dos países nas emissões mundiais é superior no uso do gás natural, 40,50%. O carvão, por sua vez, é a menor participação, com 23,02% e o petróleo, 32,28%.

Dentre os países do Anexo I, Polônia, Estônia, República Checa, Bulgária, Eslováquia, Alemanha e Dinamarca são os países que emitem a maior quantidade de CO₂ oriundo da queima do carvão. Islândia, Suíça, Suécia, Luxemburgo e Noruega são os países que emitem mais CO₂ proveniente do uso do petróleo. Rússia, Hungria, Letônia, Eslováquia são os de maior participação do gás natural nas emissões totais.

Considerando o total das emissões de CO₂ proveniente dos países do Anexo I, partiu-se do pressuposto que 83% delas serão alcançadas através de investimentos dentro da União Européia, conforme registrado em maio de 2007. Neste percentual incluem-se os CREs comercializados entre os países do Anexo I. O restante, 17%, serão reservados para aquisições de CREs proveniente de MDLs implantado em países em desenvolvimento. Desta forma, a quantidade de emissões que deverão ser mitigadas através da compra dos certificados é apresentada na tabela 4.

Tabela 4. Emissões a serem mitigadas através de aquisição de CREs derivados de MDLs, entre 2008 e 2012, em 1000 toneladas de CO₂

Cenários	Emissões de CO ₂ a serem mitigadas, em 1.000 t.
Primeiro	2.531.515
Segundo	562.353
Terceiro	58.094

Fonte: Cálculos dos autores a partir de dados do Euromonitor International, 2007.

A partir destes resultados, calculou-se a participação do Brasil no mercado de RCEs nos dois cenários propostos. O primeiro deles considerou a existência de ambiente interno favorável à implantação de projetos de MDLs, em que haverá uma oferta de RCEs da ordem

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

de 20% do total demandado. O segundo cenário é compatível com a situação atual do País, em que inexistem linhas específicas de crédito para projetos de MDLs e que os procedimentos burocráticos para obtenção de licenças ambientais demandam tempo suficiente para estimular a migração dos investimentos para outros países. Neste caso, o Brasil ofertará 6,26% do total das certificações. Este percentual é o mesmo observado em maio de 2007. Os resultados são apresentados na tabela 5.

O cenário mais favorável ao Brasil refere-se à conjunção do primeiro cenário, em termos de demanda de dióxido de carbono resultante da elevação das emissões por parte dos integrantes do Anexo I, com um ambiente interno favorável aos investimentos em MDLs, em que estão incluídos a criação de linhas de créditos e procedimentos burocráticos simplificados para obtenção das liberações dos órgãos ambientais. A segunda melhor perspectiva também decorre do primeiro cenário para os países do Anexo I conciliado com o pouco estímulo interno aos investimentos em MDLs.

Tabela 5. Participação do Brasil no mercado de CREs, nos cenários propostos, em 1.000 toneladas de dióxido de carbono mitigada

	Demanda	Primeiro cenário	Segundo cenário	Terceiro cenário
Oferta				
Primeiro cenário _{Brasil}		506.303	112.471	11.619
Segundo cenário _{Brasil}		158.473	35.203	3.637

Fonte: Cálculos dos autores a partir de dados do Euromonitor International, 2007.

O pior resultado conjunto, em termos de oferta de CREs, decorre da interação do terceiro cenário para os países do Anexo I, em que são consideradas a adoção de tecnologias que ampliem a intensidade energética e a transformação da matriz energética, através da substituição de combustíveis fósseis por outros renováveis, de menor conteúdo poluente com o segundo cenário brasileiro, que considera a falta de incentivos aos investimentos nacionais.

Quando se precifica os CREs utilizando a média dos contratos futuros negociados com vencimento entre dezembro de 2008 e o mesmo mês de 2012, na *European Climate Exchange* (ECE, 2007), o volume financeiro potencial deste mercado é relevante. O valor de uma unidade de CREs, o equivalente a uma tonelada de dióxido de carbono mitigada, negociada em contratos futuros com vencimento em dezembro de 2008 é o equivalente a €21,80. Em 2012, o valor é de €23,45. A média deste período, considerando os preços em dezembro do intervalo de cinco anos contidos entre 2008 e 2012 é de €22,58 (ECE, 2007).

No primeiro cenário, o mais favorável ao Brasil, considerando a oferta dos CREs, o volume financeiro potencial para este mercado no Brasil é de €11,43 bilhões no período compreendido entre 2008 e 2010. Este montante é aproximadamente o total do investimento a ser realizados no período de 4 anos em rodovias no Brasil, durante o Programa de Aceleração do Crescimento³, do Governo Federal. Ou ainda, é quase a metade do montante a ser investido no sistema de geração de energia do País, no período de abrangência do Programa.

³ O Programa de Aceleração do Crescimento é uma iniciativa do Governo Federal do Brasil e prevê o investimento em infra-estrutura, medidas econômicas e políticas sociais, com o objetivo de estimular os setores produtivos e melhorar a qualidade de vida da população. Seu período de vigência é de 2006 a 2010, tempo de abrangência do segundo mandato do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



Ou um pouco menos do que os R\$ 40 bilhões que serão investidos em saneamento básico em todo o território brasileiro (PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO, 2007).

O valor resultante do primeiro cenário é muito superior ao da segunda melhor opção. Nesta, o valor potencial do mercado de CREs é de €3,57 bilhões. Já no pior cenário, a oferta de CREs seria de apenas €82 milhões. Outra consideração pertinente refere-se ao volume financeiro que os projetos de MDLs podem gerar em termos de investimentos. Partindo do pressuposto que o custo de reduzir uma tonelada de CO₂ nos países em desenvolvimento variam entre U\$ 1,00 a U\$ 4,00 por tonelada, os investimentos necessários para suprir a demanda de CREs no cenário mais favorável, em que se prevê a oferta de 506,30 milhões de certificados, podem variar de U\$ 506,30 milhões a U\$ 2,03 bilhões, de acordo com o projeto e a técnica utilizada. No segundo melhor cenário, os investimentos internos poderão alcançar até U\$ 633,90 milhões, considerando U\$4,00 o custo de mitigação de uma tonelada de CO₂. No pior cenário, o montante invertido é de no máximo U\$ 14, 45 milhões.

Se mantida a mesma participação de investimentos por escopo de projetos, os de maior atratividade serão os de geração elétrica e os de redução de gás metano. Estes projetos correspondem a 77,03% do total existente no Brasil. No entanto, é oportuno salientar que a alocação dos investimentos ocorrerá de forma a maximizar o capital investido e neste sentido, o papel do governo na sinalização dos setores de maior potencialidade torna-se essencial. O estímulo para a implantação de projetos em segmentos em que há maior mitigação das emissões, tais como a redução de N₂O, os aterros sanitários e o manejo e tratamento de resíduos são essenciais para elevar a capacidade de oferta futura de CREs.

A organização dos investimentos em MDL por parte de entidades públicas também pode ocorrer de maneira a privilegiar regiões menos desenvolvidas. Atualmente, 25% dos projetos existentes estão localizados em São Paulo e outros 14% em Minas Gerais. O estímulo aos investimentos direcionados para as regiões nordeste e norte poderia se constituir em uma política pública desenvolvimentista, que estará em consonância com a política de mudança climática.

Ainda, considerando os dois cenários aplicáveis ao Brasil, a diferença da quantidade ofertada de CREs entre ambos poderá migrar para outros países, em especial para a China e para a Índia. Estes países são os principais concorrentes em termos de atração de investimentos, pois assim como o Brasil, possuem áreas físicas e recursos naturais de especial interesse para a concretização de um MDL, além de contar com uma organização produtiva de elevado conteúdo poluente. Nestes casos, a implantação de técnicas um pouco mais modernas já resulta em reduções significativas de emissões.

Considerando apenas a variação do cenário interno, no primeiro deles a diferença na oferta é de 347,83 milhões de CREs, que deixaram de ser certificadas no Brasil para migrarem para outros países em desenvolvimento. A diferença em termos monetários é de € 7,86 bilhões. Já no segundo cenário mundial, a perda financeira ocorrida entre o cenário brasileiro atual e o considerado favorável é de 77,27 milhões de certificados ou €1,75 bilhão. Por fim, no último cenário mundial, a diferença é de 7,98 milhões de toneladas mitigadas, ao custo de €180 mil. Deve-se ainda considerar a perda de investimentos produtivos a serem realizados no Brasil, que migrarão para outros países.

5 CONCLUSÕES



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



Com base nos resultados, é importante frisar a importância de um ambiente interno favorável. O tamanho do mercado de CREs no Brasil dependerá de políticas de incentivos aos investimentos em projetos de MDLs, nas quais se incluem linhas de crédito especiais, desburocratização no cumprimento da legislação ambiental e maior divulgação do mercado de crédito de carbono. No que se refere à legislação ambiental é oportuno salientar que não se cogita a modificação do instrumento de regulação ambiental do País, e sim que os órgãos competentes atuem de maneira a reduzir o tempo gasto com processos de licenciamento ambiental. A otimização e simplificação dos processos seria importante na atração de investimentos futuros.

Os demais países também disputarão os projetos realizados por empresas globalizadas, de forma que aqueles que apresentarem condições mais viáveis terão vantagens tanto financeiras quanto ambientais. Em âmbito nacional, também haverá uma disputa setorial por investimentos. O capital tenderá a se alocar em segmentos que ofereçam maiores incentivos e melhores remunerações.

Soma-se ao estímulo governamental também a percepção da classe empresarial de que os projetos de MDLs são possibilidades de lucro real. É válido esclarecer que grande parte dos projetos de MDLs não foram implementados com o objetivo único de gerar CREs. A certificação, em muitos casos, é uma receita adicional, que aumenta a taxa interna de retorno e os lucros sobre o capital investido. Por exemplo, a substituição de uma fonte de energia fóssil por outra renovável geralmente é motivada pela economia financeira que o projeto trará. A plantação de floresta, outro exemplo interessante, tem na certificação uma fonte de receita superior à auferida apenas com a comercialização dos produtos florestais. Sendo assim, ao considerar a possibilidade de se obter uma receita adicional à do negócio principal, os projetos de MDLs podem ser visto como uma alternativa viável economicamente e ambientalmente.

6 REFERÊNCIAS

ALBRECHT, J.; FRANÇOIS, D.; SCHOORS, K.; **A Shapley Decomposition of Carbon Emissions without Residuals**. Ghent University. Bélgica: 2001. Disponível em <http://www.feb.ugent.be>. Acesso em agosto de 2007.

BANCO MUNDIAL. **Carbon Finance at the World Bank**. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org>. Acesso em julho de 2007.

BIODIESELBR. **Crédito de Carbono – MDL**. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com>. Acesso em março de 2006.

CCE (Chicago Climate Exchange). Disponível em: <http://www.chicagoclimatex.com/>. Acesso em agosto de 2007.

CONFERÊNCIA DAS PARTES das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2002. Modalidades e procedimentos simplificados para atividades de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo de pequena escala. Anexo II. Disponível em: <http://www.mct.gov.br>. Acesso em junho 2007.

_____, 2004. Modalidades e procedimentos simplificados para as atividades de projetos de pequena escala de florestamento e reflorestamento no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Disponível em <http://www.mct.gov.br>. Acesso em junho de 2007.

_____, 2006. Disponível <http://200.130.9.7/clima/negoc/Default.htm>. Acesso em junho de 2007.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



_____. **Decisão 17/CP. 7** - Modalidades e procedimentos para um mecanismo de desenvolvimento limpo, conforme definido no Artigo 12 do Protocolo de Quioto. 2001. Disponível em http://www.mct.gov.br/upd_blob/2598.pdf

DENARDI, Estefânia. **Contratos internacionais em créditos de carbono**. 2005. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>.

ECE (European Climate Exchange). **Market Data Snapshot: Today**. Disponível em http://www.europeanclimateexchange.com/default_flash.asp. Acesso em julho de 2007.

EIA (Energy Information Administration). **International Energy Outlook 2006** - EUA. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/>. Acesso em junho de 2007.

_____. **International Energy Outlook 2007** - EUA. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov>. Acesso em junho de 2007.

ETHERIDGE, D.M. et al. Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores" em: **A Compendium of Data on Global Change**. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. 1998. Disponível em: cdiac.ornl.gov/trends/co2/lawdome.html. Acesso em fev. 2007.

EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2007. Disponível em: <http://www.euromonitor.com>. Acesso em julho de 2007.

GUTIERREZ, Maria B.; MENDONÇA, Mário Jorge C. **O efeito estufa e o setor energético brasileiro**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão Nº 719. Rio de Janeiro, abril de 2000. Disponível em http://www.ipea.gov.br/pub/td/2000/td_0719.pdf

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **IPCC Special Report on Emissions Scenarios**, 1992. Disponível em: <http://www.grida.no>. Acesso em maio de 2007.

_____. Greenhouse gas inventories: **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual**. Blackwell: United Kingdom Meteorological Office, Inglaterra, 1995.

_____. Aspectos Regionais e Setoriais da Contribuição do Grupo de Trabalho II ao 4º Relatório de Avaliação "Mudança Climática 2007" do IPCC. 2007. Disponível em: <http://www.iea.usp.br>. Acesso em julho de 2007.

KARAKAYA, Etem; ÖZÇAG, Mustafa. **Driving Forces of CO₂ Emissions In Central Asia: A Decomposition Analysis of Air Pollution From Fossil Fuel Combustion**. ARID ECOSYSTEMS JOURNAL, Vol. 11, No. 26-27, August 2005, Pages 49-57. TURKEY. Disponível em: http://www.econturk.org/Turkischeconomy/arid_paper.pdf. Acesso em agosto de 2007.

KAYA, Y. et al. **Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth**: interpretation of proposed scenarios. Intergovernmental Panel on Climate Change Energy and Industry Subgroup Meeting, Genebra, 1989.

KHALILI, A. **O que são Créditos de Carbono?** Unicamp: 2000. Disponível em <http://www.ecoeco.org.br/pdf/creditos.pdf>. Acesso em janeiro de 2008.

MINISTÉRIO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. 2007. Disponível em: www.mct.gov.br/upd_blob/7844.pdf. Acesso em maio de 2007.

PASTUCO, João A. M. Planejamento de Longo Prazo. **Revista Economia e Energia**, nº35, nov. - dez. 2002. Disponível em: <http://ecen.com/eee35/planej-log-praz.htm>. Acesso em mar 2007



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



- PROTOCOLO DE QUIOTO. **The UN Framework Convention on Climate Change**. 1997. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso: fev. 2007
- ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-13052003-163913/>. Acesso em maio de 2007.
- SANTIN, M.F. **Os Impactos da Demanda por Crédito de Carbono sobre o Mercado de Certificações de Reduções de Emissões no Brasil, no âmbito do Protocolo de Quioto**. Dissertação de mestrado, PUC-RS, 2007.
- STERN, Nicholas. **Stern Review Report on the Economics of Climate Change**. 2006. Disponível em: http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm. Acesso em fev. 2007.
- WEHRMANN, M. DUARTE, L. **Ambiente, desenvolvimento e sustentabilidade**. 2004. Disponível em <<http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2004/vnac/tetxt1.htm>>. Acesso em outubro de 2004.
- YOUNG, C. Trade and the Environment: Linkages between Competitiveness and Industrial Pollution in Brazil, in: Munasinghe, M. (ed.) **Report to the Research Project Making Long-Term Growth More Sustainable: Brazil Country Case Study**. The World Bank, Washington, 2002.
- _____. **Metas Sociais e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. Universidade Federal do Rio de Janeiro: 2005. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/CarbonoUSP2005.pdf>. Acesso em junho de 2007.