

**NATHÁLIA DUARTE LUCAS
ANDREA SALES S.AZEVEDO MELO**

**EVIDÊNCIAS DO PROTOCOLO DE QUIOTO NO BRASIL: UMA ANÁLISE
EXPLORATÓRIA DESCRITIVA**

Recife, 2007

EVIDÊNCIAS DO PROTOCOLO DE QUIOTO NO BRASIL: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DESCRITIVA

Nathalia Duarte Lucasⁱ
Andrea Sales S. Azevedo Meloⁱⁱ

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo principal analisar a implantação do Protocolo de Quioto no Brasil, observando como as ações brasileiras estão sendo inseridas no contexto deste Acordo. Através dos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o país participa como voluntário no esforço de redução das emissões de gases de efeito estufa, com a execução de projetos que apresentam retornos financeiros possibilitados pela venda dos créditos de carbono gerados pelo projeto. A análise dos 154 projetos em execução no Brasil possibilitou que se traçasse um perfil deste mercado, com as seguintes características principais: concentração nas mãos de poucas empresas da região Sudeste; predominância de produção de biomassa para uso próprio; criação de um mercado de aproximadamente 20.361.562,66 toneladas de carbono com a geração de US\$ 335.965.948,89 por ano.

Palavras-chave: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), Créditos de Carbono, Brasil.

1. INTRODUÇÃO:

A humanidade teve sua evolução histórica pautada por variações climáticas, que para mais calor ou mais frio terminariam afetando e determinando novos rumos para a civilização. No entanto, a grande mudança que envolve a mais nova revolução climática, o aquecimento global, é a presença da ação humana como sua principal fonte causadora. Segundo MAY(2003), o aquecimento global passou a se constituir numa realidade a partir da Revolução Industrial, quando os combustíveis fósseis se tornaram força motriz para fábricas e grandes indústrias em todo o mundo.

De forma concreta, entretanto, o acompanhamento do progresso das mudanças climáticas no planeta e as implicações desse fenômeno na vida das populações como um todo só começou a ocorrer após a criação do IPCC, Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas, em 1988, num esforço conjunto da UNEP e do WMO. De forma periódica, desde então, são divulgados relatórios produzidos com projeções para o futuro, considerando a manutenção dos padrões de consumo e produção atuais. Nestes termos, no último relatório (Quarta Avaliação do Grupo de Trabalho II do IPCC, publicado em abril de 2007), o IPCC faz

ⁱ Estudante da graduação de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, nathaliadl@hotmail.com

ⁱⁱ Docente pesquisador do departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, andrea.samelo@ufpe.br

um alerta para que as formulações de políticas estejam alinhadas e incorporem ações de prevenção dos impactos ambientais causados aos sistemas naturais pela Mudança Climática.

O aquecimento global é causado pelo efeito estufa, que por sua vez é causado pela presença de gases na atmosfera, os chamados GEE, ou gases de efeito estufa. Existe na atmosfera uma versão natural do efeito estufa, que é, aliás, o responsável pelas condições adequadas de vida no planeta. Sem o efeito estufa natural a temperatura média da terra seria de aproximadamente 17°C negativos, temperatura que faria do planeta um lugar frio e sem vida. A versão não natural do efeito estufa, ou na verdade excessiva, resulta das emissões exageradas principalmente de dióxido de carbono, liberado na queima de combustíveis fósseis, usados na geração de energia e nos transportes (ARAÚJO, 2007). No caso do Brasil, uma importante fonte de GEE é o gás metano, produzido principalmente pelos desmatamentos da Floresta Amazônica.

Segundo o IPCC, o aquecimento do planeta é responsável por elevar o nível dos oceanos, derreter geleiras nas regiões polares, aumentar o processo de desertificação, mudar o regime de chuvas e intensificar fenômenos climáticos como furacões e tufões, dentre outros. Ou seja, graves consequências que podem ameaçar, de forma definitiva e direta, a vida em determinadas regiões, assim como levar outras regiões, de baixos índices de desenvolvimento humano, a enfrentarem situações ainda mais adversas.

O Protocolo de Quioto nasceu no bojo destas preocupações, numa tentativa de, hoje já bastante divulgada para o senso comum, traçar objetivos e metas no sentido de conter este processo. Segundo ARAÚJO(2007) o fato mais importante do documento está em sua repercussão, naquilo que aconteceu a partir de sua assinatura: os governos tiveram que rever suas políticas de desenvolvimento e adaptá-las à conservação do planeta como plano de longo prazo.

O Protocolo de Quioto é o resultado da Terceira Conferência das Partes das Nações Unidas (acontecida em Quioto no Japão, no ano de 1997), e nele foram firmadas metas de redução e estabilização das quantidades de GEE emitidas na atmosfera para algo em torno de 5% abaixo dos níveis de 1990; devendo estas ser atingidas até o primeiro período base de compromisso de 2008 a 2012.

Para atingir esta meta, o documento faz distinção entre os países em relação ao nível de desenvolvimento, reconhecendo que, apesar deste ser um problema comum a todos, cada país, a depender de seu nível de desenvolvimento¹, teve uma contribuição diferente ao aquecimento global e, por isso, deve ter uma responsabilidade diferente na solução do problema². Em alguns casos, países subdesenvolvidos podem mesmo ter sua parcela de emissões aumentada, visando à satisfação de suas necessidades de crescimento econômico.

Além das ações de caráter doméstico, os países poderão cumprir parte de suas metas de redução através de três mecanismos de flexibilização: o Comércio de Emissões, que permite que dois países desenvolvidos façam um acordo entre si pelo qual o país A, que não tenha alcançado sua meta, compre do país B, que tenha diminuído suas emissões para níveis abaixo de sua meta, o excesso de suas reduções; a Implementação Conjunta, também entre países desenvolvidos, em que um país A pode implementar projetos que levem à redução de emissões em um país B, no qual os custos com a redução sejam menores; e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), em que os países desenvolvidos podem desenvolver projetos que contribuam para o desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento, de modo a ajudar na redução de suas emissões. Essas iniciativas gerariam créditos de redução para os países desenvolvidos, e ao mesmo tempo ajudariam aos países em desenvolvimento, pois estes se beneficiariam de recursos financeiros e tecnológicos adicionais para financiamento de atividades sustentáveis e da redução de emissões globais.

Através do princípio da adicionalidade ressalta-se que as reduções obtidas em qualquer um dos casos, entretanto, deverão ser adicionais a quaisquer outras que aconteceriam sem a implementação das atividades do projeto. Outra ressalva é que os projetos deverão oferecer benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para mitigação do aquecimento global.³ Os projetos devem estar ligados a redução de CO₂, com a criação de tecnologias que substituam a queima de combustíveis fósseis na geração de energia, por fontes de energia renováveis, captura e combustão de metano em aterros, ou ainda projetos de seqüestro de carbono.

O presente trabalho, porque tem o objetivo de traçar um perfil dos projetos que estão sendo desenvolvidos no Brasil, ficará concentrado apenas nos projetos de MDL, mecanismo que, inclusive, surgiu do aprimoramento de uma proposta do governo brasileiro (MAY, 2003). Para o caso do Brasil, país sobre o qual não recai uma cobrança específica de diminuição de emissão de GEE, existem dois tipos principais de preocupação. A primeira relativa aos ganhos

objetivos que o país tem obtido e pode obter por participar do processo; e a segunda relativa aos investimentos efetivos na direção de diminuição do impacto no aquecimento global no caso do Brasil.

Para realizar a discussão proposta, este artigo apresenta uma discussão sobre aspectos de eficiência, ligados ao protocolo de Quioto, na seção seguinte; realiza uma análise crítica e descritiva sobre os 154 projetos atualmente em andamento no país, organizada em cinco tópicos (regiões, estados, setores de projeto, total de créditos gerados, e executores investidores); e, por fim, sistematiza considerações, à guiza de conclusões.

2. DISCUTINDO A EFICIÊNCIA DO MDL

Do ponto de vista econômico, o princípio teórico no qual se baseia o estabelecimento do Protocolo de Quioto é o da eficiência. Devido às diferenças existentes do ponto de vista tecnológico entre países e firmas, os custos marginais de abatimento, ou seja, de redução de emissões, são diferenciados. Portanto, a idéia que está por trás da troca entre países, em qualquer um dos casos de flexibilização, é a da eficiência, e está associada à redução dos custos de abatimento das emissões de GEE, permitindo que a redução ocorra primeiro no local onde seu custo marginal é menor, maximizando dessa forma a eficiência do processo global de mitigação. Ao mesmo tempo, ao incentivar a adoção gradativa de tecnologias limpas nos países não-Anexo I e transferência de tecnologias para permitir que esta aconteça, esses instrumentos atendem ao princípio da responsabilidade comum, mas diferenciada pela mudança climática (MAY, 2003).

Entende-se por eficiência econômica a relação entre o valor comercial de um bem e o custo unitário desse bem ser produzido, em linhas gerais, se a relação entre o valor comercial e o valor de produção aumenta, aumentará também a eficiência econômica, pois significa que está se ganhando mais por cada unidade produzida.

Segundo Motta (2006) o uso eficiente dos recursos ambientais não deveria ser problemático se as condições de eficiência fossem obedecidas. Assim, como para qualquer bem de consumo, a alocação ótima de recursos ambientais poderia ser resolvida, via mercado, sem qualquer intervenção governamental. Entretanto o uso de recursos ambientais gera custos e benefícios que não são captados no sistema de mercado, embora esses recursos tenham valor econômico, não lhe é atribuído um preço adequado. Se os recursos naturais fossem

propriedades privada o problema da poluição poderia ser resolvido, dessa forma os proprietários teriam incentivos para administrar esses recursos ambientais adequadamente.

Alguns problemas, no entanto, surgem para deixar dúvidas quanto à aplicabilidade e eficiência desse mecanismo:

- A potencial reversibilidade do ciclo do carbono conhecida como “problema da permanência” que segundo MARÉCHAL (2005) transforma atividades de florestamento em possível recurso de emissão em rede no caso de incêndios contribuindo para o aumento de CO₂ na atmosfera .
- Algumas nações não ratificaram o protocolo alegando perda da eficiência para a economia, contribuindo assim para a perda de eficiência do documento, uma vez que o principal emissor mundial, os Estados Unidos, não ratificaram o acordo tendo com base argumentativa uma possível desaceleração em sua economia.
- Nações em desenvolvimento, com grande quantidade de emissões como China, Índia Brasil e México, não são obrigadas a reduzir suas emissões, pois seu principal compromisso é com o desenvolvimento.

A análise de alguns dos problemas e questionamentos citados acima pode ajudar a responder as ineficiências geradas pelo protocolo e pelo MDL. E a possibilidade de se haver outras saídas mais eficientes do ponto de vista econômico para o problema do Aquecimento Global sem, todavia, deixar de lado a eficiência ambiental.

Na presença de externalidades, sejam elas positivas ou negativas, fica mais difícil para o mercado atingir a eficiência⁴. A emissão de GEE na atmosfera é denominada uma externalidade negativa e será o foco dessa discussão, tal ação termina por prejudicar a sociedade como um todo, todos perdem quando a atmosfera torna-se poluída. As pessoas ficam mais expostas ao risco de doenças provocadas pela má qualidade do ar enfrentam fenômenos climáticos extremos com mais frequência como secas e enchentes que podem causar fluxos migratórios inesperados, problemas causados na agricultura podem afetar o preço e produção dos alimentos e colocar populações em situações de risco alimentar. Os governos são afetados na medida em que seus gastos são realocados de outros setores para amenizar os efeitos da variação no clima, fenômenos extremos necessitam de gastos emergenciais e contingenciais.

Segundo o Teorema de Coase as partes envolvidas podem chegar a uma resolução das externalidades por meio de acordos privados, ou seja, elas não determinam necessariamente uma alocação imperfeita de recursos, desde que os custos de transações sejam nulos. Se não existissem dificuldades para se negociar os custos de transações então o Teorema de Coase seria suficiente para garantir o uso eficiente dos recursos ambientais (FAMINOW, 2002). Economicamente é sabido que a solução via mercado é a maneira mais eficiente de acabar com a externalidade. Eis então como funciona o mecanismo de mercado criado pelo Protocolo de Quioto: os países desenvolvidos devem diminuir em aproximadamente 5% suas emissões de 1990, cada país tem sua cota de emissão permitida, se países não conseguem reduzir o percentual exigido podem recorrer a outros países desenvolvidos que conseguiram reduzir mais que a cota estabelecida, eles então vendem os créditos gerados pela redução extra. Provavelmente os países que reduziram além da cota estabelecida têm seus custos marginais de emissão menores do que aqueles que não conseguiram atingir a cota, então se tem uma situação economicamente mais eficiente. O Protocolo de Quioto abre espaço para que o mecanismo seja ainda mais eficiente ao permitir que os países que não conseguiram atingir a meta comprem os Certificados de Emissão Reduzida de países em desenvolvimento cujas emissões foram reduzidas com custos ainda menores.

3. DESENHANDO O QUADRO DO PROTOCOLO DE QUIOTO NO BRASIL

Foram analisados 154 Documentos de Concepção do Projeto, aprovados pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) brasileira entre 2004 e 2007, as informações foram obtidas no site do Ministério de Ciência e Tecnologia, a autoridade nacional designada conforme normas do Protocolo. O documento de concepção traz todas as informações sobre o projeto, e todas as especificações requeridas. O quadro elaborado para análise verificava dos projetos os seguintes itens:

- **Nº/ANO** – Número e ano de registro do projeto junto à AND brasileira e a ONU.
- **Executor**- Empresa brasileira ou estrangeira com filial nacional que seria a responsável pela execução do projeto.
- **Região** – cidade e estado do território nacional onde será executado o projeto.
- **Ações Desenvolvidas** - tipo de ação desenvolvida para atingir o desenvolvimento limpo.

- **Investidor** – empresa estrangeira ou de capital estrangeiro responsável pela compra dos créditos de carbono gerados no projeto.
- **Créditos de Carbono** – quantidade em tonelada de carbono equivalente que deixou de ser emitido na atmosfera com a realização do projeto, observado o valor total do projeto e o valor anual.
- **Valor do Investimento** – valor financeiro da execução do projeto.
- **Duração do projeto** – total de anos previsto, e ano inicial e final do projeto.

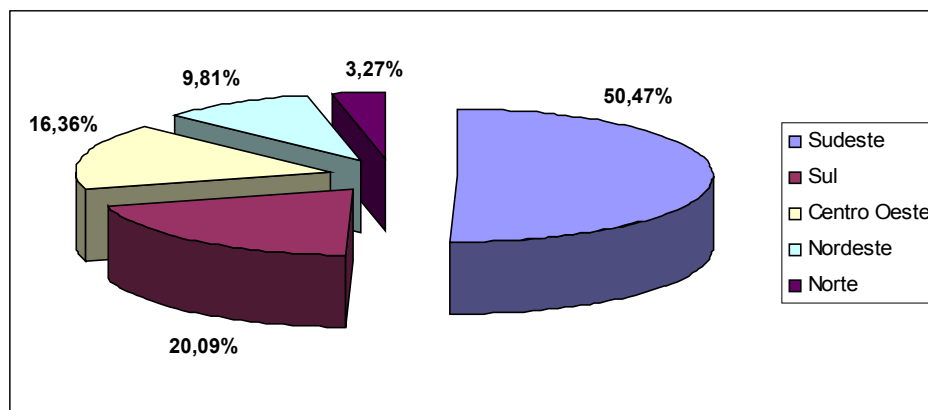
E partindo dos dados coletados a análise se dará do seguinte modo:

- por regiões
- por estados
- por setores de projeto
- total de créditos gerados
- por investidores

3.1 Região

O Brasil sofre acentuadas desigualdades regionais em todos os setores da economia, diferenças essas também observadas na análise dos dados deste trabalho como será mostrado a seguir. O gráfico 3.1 mostra como estão distribuídos nas cinco regiões brasileiras os projetos de MDL.

Gráfico 3.1: Projetos de MDL por região brasileira



Fonte: Elaborado a partir dos dados analisados

A região Sudeste concentra os maiores centros econômicos do país então era de se esperar que também fosse a maior desenvolvedora de projetos de MDL, com 50,47 % do total de projetos. O estado de São Paulo possui grande diversidade de iniciativas. É em Minas Gerais que se localiza a iniciativa mais inovadora da região, com a adoção de procedimentos aperfeiçoados na produção de carvão vegetal e projetos envolvendo pequenas centrais hidrelétricas. Outro filão explorado na região é o aumento na eficiência energética possibilitado pelo desenvolvimento de novas tecnologias mais econômicas ou trocas de combustíveis fósseis por renováveis, mais limpos do ponto de vista ecológico.

O Rio de Janeiro possui 5,6% dos projetos, alguns deles relacionados ao tratamento do lixo. São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro são colaboradores em um projeto da indústria de cimento substituindo o clínquer por escória de alto forno na produção do cimento⁵. O Espírito Santo possui projetos de suinocultura e PCHs. Todos os estados da região capturam gás metano em aterros.

A região Sul vem em seguida com os projetos envolvendo geração de energia através da queima de biomassa, sendo no Rio Grande do Sul usada a casca de arroz. No Paraná e em Santa Catarina os projetos utilizam restos de madeira provenientes das madeireiras da região, esses materiais contribuem de duas maneiras para o meio ambiente: deixam de ser decompostos em aterros evitando que essa biomassa vire gás metano e geram energia termelétrica renovável, através do vapor proveniente da queima da biomassa que move as turbinas. O Paraná tem 6,5% e Santa Catarina 6,1% do total brasileiro de projetos. Dos treze projetos catarinenses, quatro são de manejo de efluentes suínos. A região sul possui ainda sete dos dezenove projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas e uma usina de energia eólica.

É na região Centro-Oeste que estão 16,36% dos projetos brasileiros. O grande potencial hidrelétrico da região é evidenciado pelo fato de ser local de dez dos dezenove projetos de pequenas centrais hidrelétricas (PCH), instalações que normalmente operam a fio d'água, isto é, o reservatório não permite a regularização do fluxo d'água, e em épocas de estiagem a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas. Essas instalações são de pequeno impacto ambiental e geralmente são mais caras que uma hidrelétrica de grande porte, servem para geração de energia descentralizada. Goiás e Mato Grosso do Sul fazem parte também do cenário dos projetos de suinocultura.

A região Nordeste, com menos de 10 % do total de MDL possui um grande potencial sub-aproveitado. O estado mais representativo é o estado da Bahia, com 2,8%, que possui dois projetos de coleta de gás de aterro, dois de suinocultura e uma PCH. O Ceará apesar de ter o mesmo percentual baiano perde em inovação, pois cinco dos seus projetos referem-se à redução de energia pelo monitoramento do consumo de uma rede de supermercados, um outro projeto é uma usina de energia eólica com capacidade total de 13,6MW. Em vários locais no Nordeste verificam-se as características dos ventos comerciais existentes na região: velocidades médias de vento altas, pouca variação nas direções do vento e pouca turbulência durante todo o ano. A região possui potencial considerável para implementação da tecnologia eólica, que apesar de demandar um investimento inicial grande, sua matéria prima não tem custo algum.

O estado de Pernambuco fica atrás do Ceará, com quatro projetos idênticos de redução de energia e um de eficiência na queima de biomassa da cana, através de caldeiras mais modernas. Em Alagoas dois projetos substituíram o equipamento de irrigação a diesel por um elétrico. Bahia e Paraíba efetuam captura e combustão de gás de aterro. Os estados do Maranhão, Piauí e Sergipe não possuem projetos de MDL.

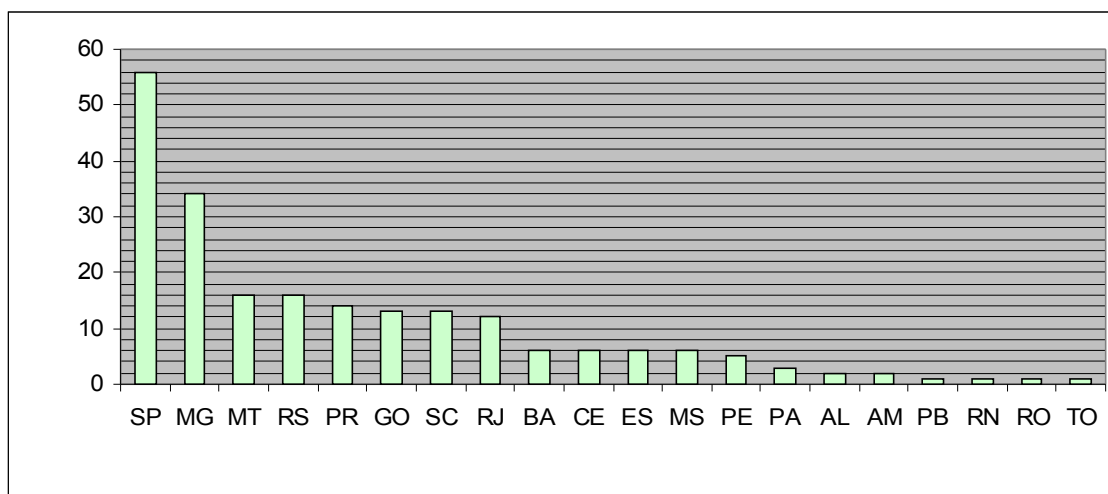
Falta, na verdade, à região mais pobre do Brasil um mapeamento das oportunidades que, além de trazer os benefícios ambientais pode ser bastante lucrativa.

A última da lista é a região Norte, com 3,27% sendo dois dos sete projetos de captura de gás metano em aterros sanitários no Amazonas e no Pará. Restos de madeira são utilizados como biomassa na geração de energia no segundo projeto amazonense. O combustível fóssil foi substituído por gás de alto forno, menos poluente, numa usina de 6MW instalada no Pará e Rondônia possui uma PCH. Tocantins interligou a rede de abastecimento através do deslocamento de centrais de pequeno e médio porte, movidas a óleo, essas centrais situavam-se em locais de difícil acesso, com o interligamento da rede de energia puderam ser desativadas.

3.2 Estados

Ressaltando que um mesmo projeto pode acontecer em mais de um estado, foi contabilizado um total de 214 projetos. Conforme gráfico 3.2 a seguir.

Gráfico 3.2: Quantidade de projetos de MDL por estados brasileiros



Fonte: Elaborado a partir dos dados analisados

Como a região Sudeste concentra a maior parte dos projetos, os dois estados com mais projetos estão nela localizados, sendo São Paulo o estado com maior participação, totalizando 36 % dos projetos nacionais. O estado possui tipos de projetos variados e concentra a maior parte da geração de energia por biomassa. Tal fator pode ser explicado pela presença significativa de usinas de cana-de-açúcar no estado, sendo o maior produtor de derivados da cana no país, a biomassa é queimada para mover turbinas a vapor que gerarão a energia utilizada nas próprias usinas.

O estado de São Paulo possui ainda a maior parte dos projetos ligados ao tratamento de resíduos provenientes de aterros sanitários. Nesses projetos o metano emitido pelo lixo é coletado através de tubulação e queimado nos chamados *flares*, transformando-se em vapor para geração de energia. Grandes centros como São Paulo, Santos e Guarulhos contam com essa tecnologia de captação de metano em seus aterros sanitários urbanos.

O estado de Minas Gerais fica em segundo lugar com aproximadamente 16% dos projetos nacionais. Destacam-se na região dezesseis projetos de suinocultura envolvendo manejo de dejetos de suínos; tais resíduos animais são grandes emissores de metano na atmosfera, com a substituição do antigo método que utilizava uma lagoa anaeróbica, para onde iam os dejetos antes do projeto, por biodigestores anaeróbicos, através do qual o metano é captado e destruído, transformando-se em CO₂ que então é queimado gerando energia.

Outro destaque mineiro são as PCH, construídas para geração de energia limpa. Estas usinas possuem pequeno reservatório de água que causa pouco impacto ambiental em sua construção. Uma iniciativa inovadora no estado, que poderia ser adotada em outros estados, é a adoção de novos procedimentos na tradicional produção de carvão vegetal que foram aperfeiçoados de modo que limitam a poluição do ar e melhoram a segurança ambiental; este projeto é único no país e também inclui a retirada de matéria prima de áreas renováveis de plantio.

Os estados da região Centro-Oeste também se destacam, ficando o Mato Grosso com o terceiro maior número de projetos, é o celeiro agrícola nacional, e o volume de capital gerado pelo agronegócio na região possibilita a mobilização de iniciativas locais. O Mato Grosso possui um enorme potencial natural para construção de pequenas centrais hidrelétricas que devem ter capacidade máxima instalada de 15MW. O estado concentra a maioria dos projetos desse tipo, a energia excedente gerada pode ser vendida a uma rede nacional de distribuição. Outro potencial refere-se à suinocultura, ficando atrás apenas de Minas Gerais no tratamento de dejetos animais evitando emissões de metano na atmosfera.

Com a mesma quantidade de projetos está também no terceiro lugar o estado do Rio Grande do Sul, com 7,5% dos projetos nacionais o estado destaca-se na geração de energia de biomassa utilizando como biomassa a casca de arroz, uma vez que o estado corresponde com 53% da produção nacional de arroz⁶, a casca de arroz deixa de ser decomposta em aterros e é transformada em energia termelétrica.

Experiências inovadoras também se fazem presentes em outros estados brasileiros, no Rio de Janeiro, por exemplo, a parceria entre uma universidade e a iniciativa privada desenvolveu uma usina protótipo que transforma lixo em energia. Apesar da quantidade pequena de carbono gerada em apenas um ano de projeto a *Usina Verde* é um passo importante para resolver o problema do tratamento do lixo no país.

Em Pernambuco projetos envolvendo uma rede de supermercado nacional substituem equipamentos ineficientes além de monitorar o consumo de energia nos estabelecimentos da rede possibilitando uma maior eficiência energética. Regiões da zona da mata nordestina também participam do protocolo com iniciativas que utilizam biomassa da cana-de-açúcar.

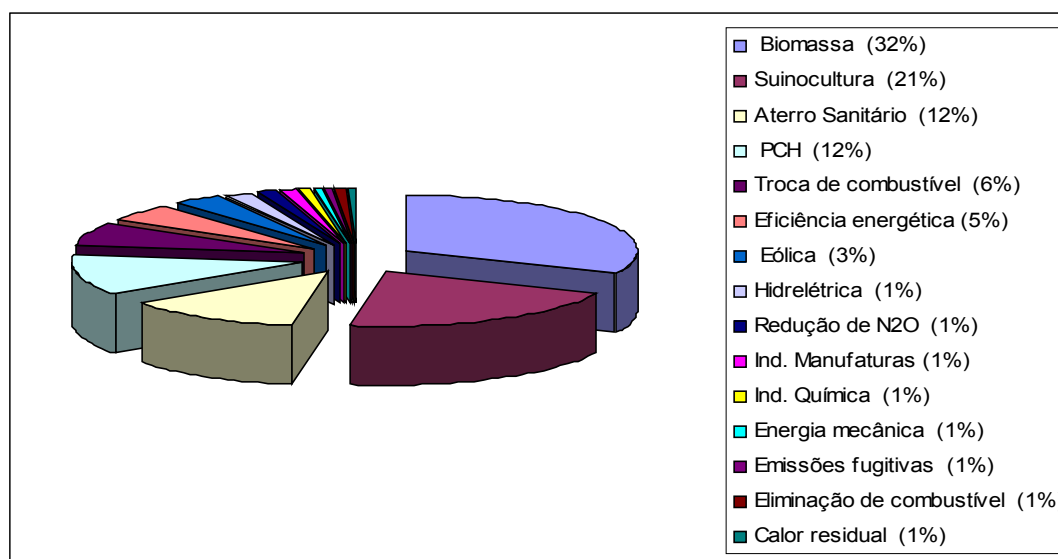
3.3 Setor de Projeto

O anexo A do Protocolo categoriza e estabelece a divisão dos projetos por escopo setorial sendo a seguinte: aterro sanitário, calor residual, eficiência energética, eliminação de

combustível, emissões fugitivas, energia de biomassa, energia mecânica, energia eólica, energia hidrelétrica, indústria manufatureira, indústria química, pequena central hidrelétrica, redução de N₂O, suinocultura e troca de combustível.

O gráfico 3.3 mostra a divisão a partir dos escopos setoriais.

Gráfico 3.3: Divisão percentual por setor de projeto de MDL



Fonte: Elaborado a partir dos dados analisados

Os projetos de biomassa são maioria no MDL, representando 32% do total. Esta categoria, entretanto, pode ser bastante abrangente, devido à variedade de matéria que pode ser transformada na biomassa utilizada nas usinas; vale ressaltar que o destino de boa parte desse material seria a decomposição. Existem projetos com biomassa utilizando bagaço da cana-de-açúcar, cascas de arroz e restos de madeira. Essa matéria é queimada nas usinas, e o vapor gerado é utilizado para movimentar as turbinas gerando assim a energia que é utilizada nas próprias usinas, e ainda o excedente pode ser vendido a uma rede de distribuição. Economicamente torna-se bastante viável, pois a usina deixa de comprar eletricidade de rede, resolve o problema do bagaço da cana, gera receita pela venda da eletricidade excedente e pela venda dos créditos de carbono gerados.

Com 21% do total estão os projetos de Suinocultura, cuja inovação se dá no tratamento de efluentes animais. O tratamento deixou de ser feito em lagoas anaeróbicas expondo o metano à atmosfera, a partir da introdução de biodigestores anaeróbicos. Nesses, o metano é captado pelos *flares* e transforma-se em CO₂, que é menos poluente e vira energia após a combustão. A

implementação é feita em parceria com a empresa executora e pequenos produtores de suínos, as granjas são co-participantes, no entanto, negociação e elaboração do projeto cabe à empresa executora.

Aterro sanitário é o escopo setorial que apresenta a maior relação custo-benefício ambiental, apesar de ter um investimento inicial grande, os projetos possuem longa duração, a vantagem está em lidarem com reduções de gás metano, que em toneladas equivalentes representa 21 vezes mais que o carbono. Possui 12% dos projetos e é também um tipo de projeto com grande potencial de aplicabilidade, o tratamento do lixo é um problema dos centros urbanos e teoricamente cada cidade brasileira de médio porte deveria ter seu próprio aterro sanitário, a negociação dos certificados de emissões reduzidas (CER) poderia, portanto, representar um abatimento no custo de instalação da tecnologia necessária ao empreendimento.

Também com 12% dos projetos a construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas é uma nova oportunidade para o setor energético brasileiro, apesar do pequeno porte das instalações e do potencial relativamente pequeno comparado a grandes hidrelétricas a atratividade está na possibilidade de distribuição descentralizada da geração de energia e no pequeno impacto ambiental. As PCHs possuem custo elevado de instalação e sua viabilidade é, em grande parte, possibilitada pela venda dos CERs. Outros 23 % dos projetos estão distribuídos entre as 11 categorias restantes.

3.4 Total de Crédito Gerado

Já foi discutido nesse trabalho o projeto tipo MDL e como é dividido o cenário brasileiro agora se faz necessário trazer para discussão a perspectiva desse mercado, bem como sua dimensão e oportunidades. O tamanho do mercado mundial de carbono em 2006 cresceu a um valor estimado de US\$30 bilhões incluindo-se nesse montante o comércio de emissões, a implementação conjunta e o MDL. A extensão do mercado explica também por que não há uma única cotação para o crédito de carbono, podendo o valor variar de US\$5 a US\$17 nos mercados europeus e ainda cotações alternativas, menores, são negociadas na *Chicago Climate Exchange* e na *New South Wales Market* (CAPOOR, 2007). O mercado de créditos de carbono é um mercado em ascensão na medida em que surgem novas iniciativas a cada dia, a tabela 3.1 mostra o tamanho desse mercado com o valor médio da cotação a US\$16,50 ou €12,00⁷ pela tonelada de CO₂, valor esse que será adotado daqui pra frente no trabalho.

Tabela 3.1: Mercado Potencial

Emissões	Mercado 2004
Emissões dos países desenvolvidos (em 1990)	13,7 bilhões de t de CO ₂
Redução comprometida (5% do total)	685 milhões de t de CO ₂ / ano
Preço (US\$16,5/ton de CO ₂)	US\$ 11,3 bilhões / ano
Estimativa da Participação do MDL (40%)	US\$ 4,5 bilhões / ano
Expectativa do Brasil no mercado de MDL (25%)	US\$ 1,13 bilhões / ano
Potencial do Agronegócio no MDL brasileiro (40%)	US\$ 452 milhões / ano

Fonte: Adaptada pela cotação de €12 da Ecoinvest Carbon de Embrapa (2004)

A tabela 3.1 é uma estimativa global desse mercado, elaborada em 2004, mostra um enorme mercado potencial para o primeiro período de crédito⁸. Baseada na quantidade de reduções que deveriam ser feitas pelos países do Anexo I, a tabela 3.1 mostra divergências quando comparada a tabela 3.3, uma vez que a quantidade reduzida até então é cerca de 30% do valor projetado ficando em aproximadamente US\$ 335 milhões por ano diferente, portanto, dos US\$ 1,13 bilhões.

No entanto devemos fazer uma ressalva: na tabela 3.1 estão incluídos todos os países do anexo I do protocolo sem distinção aos países que não assinaram o protocolo. Para o caso brasileiro o MDL só permite negociações entre os países que assinaram e ratificaram sua posição no documento. A tabela seguinte mostrará uma perspectiva mais real para o mercado brasileiro, foram subtraídas da análise as quantidades de CO₂ emitidas por Austrália e Estados Unidos que estão incluídos no anexo I, entretanto, não ratificaram o documento. O resultado continua sendo extremamente atrativo para o Brasil com uma perspectiva de US\$ 732 milhões em vendas de CER por ano.

Tabela 3.2: Mercado Potencial excluindo EUA e Austrália

Emissões	Mercado
Emissões dos países desenvolvidos (em 1990)	8,88 bilhões de t de CO ₂
Redução comprometida (5% do total)	444,1 milhões de t de CO ₂ / ano
Preço (US\$16,5/ton de CO ₂)	US\$ 7,32 bilhões / ano
Estimativa da Participação do MDL (40%)	US\$ 2,93 bilhões / ano
Expectativa do Brasil no mercado de MDL (25%)	US\$ 732 milhões / ano
Potencial do Agronegócio no MDL brasileiro (40%)	US\$ 293 milhões / ano

Fonte: Adaptada pela cotação de €12 da Ecoinvest Carbon de Embrapa (2004)

A tabela 3.2 diminui a estimativa para o mercado brasileiro para 732 milhões de dólares, porém aproxima mais da realidade do país, conforme observado na tabela 3.3, e tal valor mostra que o país vem participando significativamente do mercado.

Já foi analisado o tamanho desse mercado agora a análise se dará em relação a quantidade de créditos de carbono gerada pelas novas oportunidades. Os projetos brasileiros variam na quantidade anual de carbono de 1.277 à 5.961.165 t CO₂ e na quantidade total de 1.989,05 à 41.728.155 tCO₂. Sendo o projeto da *Usina Verde*⁹, o que gera menos crédito e o *Rhodia Energy* o que gera maior quantidade total de créditos, o projeto é a instalação de uma indústria com capacidade de converter a altas temperaturas óxido nitroso em nitrogênio com base no processo de decomposição térmica e a instalação de uma caldeira que irá gerar vapor a partir da combustão, de alta temperatura, proveniente do oxidador térmico. O projeto gera grande quantidade de créditos equivalentes, pois o N₂O tem um potencial de aquecimento aproximadamente 300 vezes superior ao carbono.

Baseado na análise feita nos 154 projetos de MDL, foi encontrado o valor total estimado para o tamanho do mercado brasileiro, conforme tabela 3.3, ressaltando que a duração dos projetos vai de 1 à 21 anos sendo a duração média de 9 anos. Foram obtidos valores em dólares americanos para a quantidade total de tCO₂ de todos os projetos, o valor anual considerando a duração dos projetos, um valor baseado na média de 9 anos por projeto de MDL e um valor que considera apenas o primeiro período de crédito estabelecido pelo Protocolo. Baseada na cotação atual do crédito o mercado deve movimentar no Brasil durante os 21 anos cerca de 3 bilhões de dólares, sendo 332 milhões de dólares por ano e no entanto, vale ressaltar que valorizações no preço do crédito e valorização da moeda nacional podem contribuir para superestimar esse mercado.

Tabela 3.3: Valores Carbono

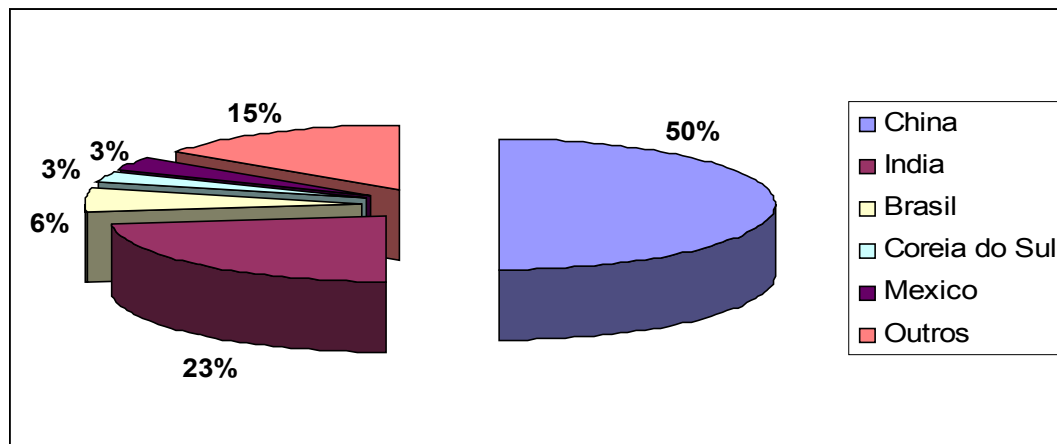
	tCO ₂	US\$
valor total tCO ₂	183.254.153,94	3.023.693.540,01
valor anual tCO ₂	20.152.150,36	332.510.481,02
valor médio anual	20.361.572,66	335.965.948,89
valor 1º período de crédito	134.899.093,94	2.225.835.050,01

Fonte: Elaborada a partir dos dados analisados

Porém numa perspectiva global o país ainda se encontra em larga desvantagem em relação a outros países em desenvolvimento, é o que nos mostra o gráfico 3.4 que coloca o país

em terceiro lugar em relação a redução de emissões para o primeiro período de crédito que vai de 2008 até 2012 por ano

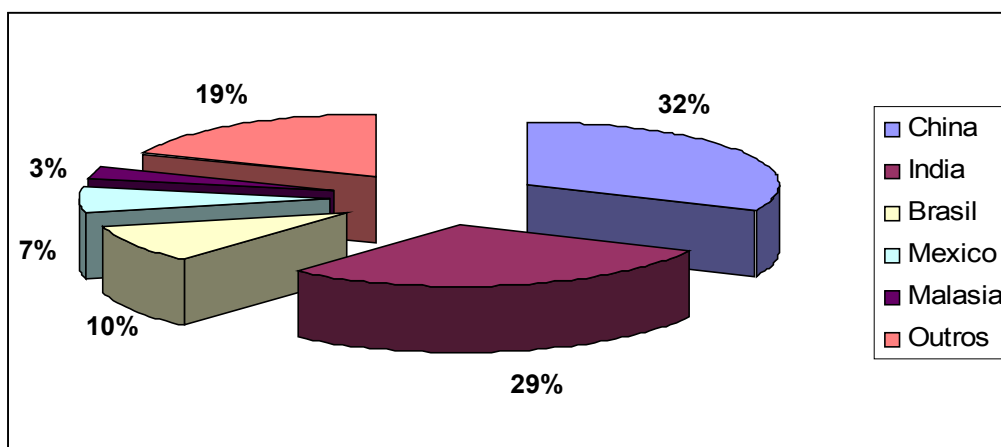
Gráfico3.4 Redução de Emissões Projetadas para 2008-2012 por ano



Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007

A China com 50% das emissões reduzidas possui uma matriz energética bastante poluente então a mudança para uma matriz energética mais limpa gera mais créditos de carbono do que se a mudança ocorresse no Brasil que já possui uma matriz energética renovável, fato esse que explica em parte o sucesso do MDL na China. O Brasil que projetava ter 25 % do mercado mundial de MDL possui apenas 10% dele conforme o gráfico 5.5 que novamente traz China e Índia na liderança.

Gráfico 3.5 Total de Atividades de Projetos de MDL no Mundo



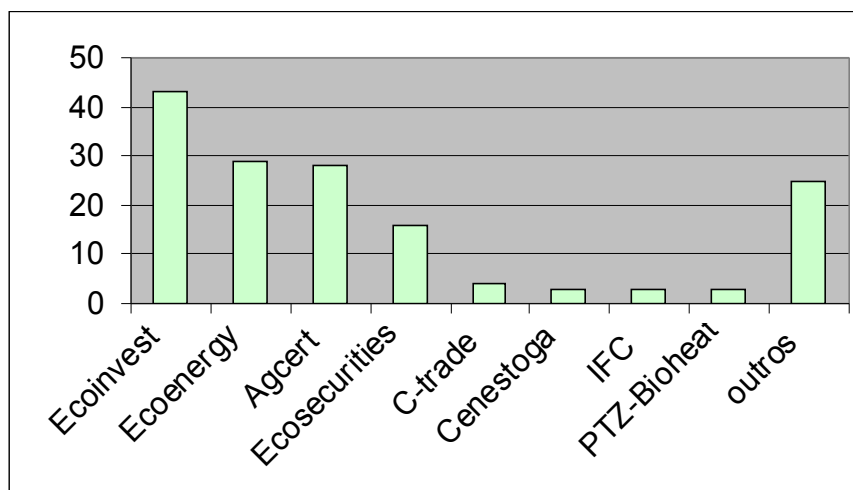
Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007

3.5 Por Investidores

É fato a presença no Brasil de empresas estrangeiras dispostas a tomar parte no projeto do MDL com investimento de capital e participação no risco. Oferecem o *know how* e promovem a viabilidade técnica dos projetos, apoiando a gestão do projeto quando desejado e providenciando assistência durante todo o procedimento do MDL, incluindo estudos de linhas de base e de monitoramento das emissões, elaboração do Documento de Concepção do Projeto, apoio para ganhar a aprovação do país anfitrião, assim como a monitoramento do projeto a realizar.

Os projetos em geral necessitam de grande investimento muitas vezes possibilitado apenas pela venda dos CERs no mercado internacional. Por exigência do Protocolo os países em desenvolvimento que participam do MDL necessitam de um comprador estrangeiro cujo país de origem possui meta obrigatória de redução. Empresas de consultoria fazem parte desde a elaboração do projeto e metodologia de base de cálculo até a comercialização dos certificados no mercado internacional. O quadro abaixo mostra os principais investidores em MDL no Brasil.

Gráfico 3.6: Investidores



Fonte: Elaborada a partir dos dados analisados

A empresa *Ecoinvest Carbon* é a líder do MDL no Brasil, subsidiária da Bunge, empresa presente no setor de alimentos, possui 28% do mercado brasileiro e a maior diversificação em relação ao tipo de projeto. Segundo Melissa Hirschheimer, consultora da empresa, a *Ecoinvest* presta assessoria na área de carbono, assessorando a elaboração dos PDD e acompanhando toda a tramitação dos projetos MDL (validação, aprovação junto à AND, registro junto à UNFCCC,

verificações periódicas, venda de CERs).¹⁰ Os projetos da empresa *Ecoenergy*, que tem sede nos Estados Unidos, estão no setor de energia renovável e eficiência energética. A empresa atua como consultora e gestora de negócios, sendo responsável pelos processos de validação, registro e negociação dos contratos de compra de redução de emissões. O ciclo de projeto consiste de: projeto conceitual, análise técnica e de linha de base, desenvolvimento da estrutura de transação e análise financeira.¹¹ A empresa tem 19% dos projetos brasileiros de MDL.

A irlandesa *AgCert* planeja investir cerca de US\$ 150 milhões até 2008 na implementação de biodigestores para tratamento de efluentes animais. A *AgCert* é responsável por todo o investimento dos biodigestores, a manutenção, os processos de certificação perante a Organização das Nações Unidas e a comercialização dos créditos de carbono. Em contrapartida, o produtor cede o uso das instalações do biodigestor e fornecimento dos dejetos por um período de 10 anos, ficando a empresa com 90% do valor dos créditos e o produtor tem direito a 10%.¹²

3.6 O Mercado brasileiro de créditos de carbono

O Brasil espera ter 25% do mercado mundial de MDL e segundo publicação mensal do Ministério de Ciência e Tecnologia¹³ o país é o terceiro maior receptor de projetos de MDL no mundo tem 10% , fica atrás dos gigantes China e Índia. Apesar do percentual de projetos levar o país pra perto dessas nações quando se considera o volume de toneladas de carbono equivalente, China e Índia estão muito a frente.

O mercado brasileiro vem se desenvolvendo para absorver as oportunidades geradas pelo mercado de carbono. O MBRE ou Mercado Brasileiro de Redução de Emissões é o resultado de uma iniciativa conjunta do Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), visando a estruturação da negociação em bolsa de créditos de carbono, oriundos de projetos de MDL. Esse mecanismo funciona como um banco de projetos que visa registrar as iniciativas e fomentar os negócios através de um sistema transparente de preços, os projetos são registrados na BM&F e fazem parte de um banco de dados as intenções deverão estar de acordo com o protocolo de Quioto (metodologia). Participam do banco de projetos os proponentes de projetos (validados ou intenções) e os potenciais compradores de crédito de carbono ¹⁴

O mercado de crédito de carbono é bastante volátil, o preço da tonelada de carbono equivalente negociado varia em relação ao mercado nos seguintes aspectos:

- risco de performance;
- mercado financeiro de emissões.

Em relação ao projeto o preço da tonelada varia de acordo com a etapa em que estão os projetos sendo, portanto, divididos em dois mercados¹⁵:

- Primário - envolve risco na negociação dos créditos pois o projeto ainda está em fase de aprovação, em processo para ser registrado na Organização das Nações Unidas (ONU). Neste caso, o preço é inferior ao cotado hoje, podendo oscilar entre € 8 e € 10.
- Secundário - nesta etapa o projeto já está em pleno funcionamento não existe praticamente risco algum, pois os certificados de redução já estão em mãos. O valor, portanto, sobe para €12,00¹⁶, de acordo com a cotação atual.

Devido a volatilidade o mercado apresenta grande alteração do preço do crédito de carbono em um curto espaço de tempo.

Segundo DELPUPO (2006) a vantagem do mercado de créditos de carbono está no fato de o preço do crédito ser determinado pelas leis de mercado, então os empresários podem receber mais pelo crédito se buscarem agregar valor a seus projetos. Esse valor agregado pode aumentar na medida que é proposto um projeto sustentável com enfoque social e ambiental.

Há ainda nesse mercado espaço para financiadores brasileiros como é o caso dos bancos de investimento que atuam como financiador de tais projetos, através de Fundos de investimentos, recebendo o crédito de carbono como “garantia” da operação. Através da criação de fundo tipo “*Private Equity*”¹⁷ para captar recursos. É criado um FIDIC (fundo de direitos creditórios) lastreado pelos créditos de carbono a serem gerados pelos projetos financiados. Os investidores do *Private equity* serão, também, os cotistas do FIDIC. O banco ganhará pela estruturação dos fundos, e poderá ganhar na diferença dos *Spread's* de captação e de empréstimo. Outra oportunidade para os investidores brasileiros está no chamado *Mercado Voluntário* ainda concentrado na neutralização de carbono esse mercado cresce cerca de 40% , nele os valores são menores e também os custos de transações devem ser menores, ainda não há regulamentação desse mercado, empresas e os participantes deverão desenvolver as regras. A

auto-regulação constitui um risco ao mercado e por isso o mercado voluntário ainda tem participação pequena.

Segundo STERN (2006) para se reduzir a emissão de Gases do Efeito Estufa é necessário apenas 1% da riqueza do planeta produzida anualmente, em termos financeiros custaria aproximadamente 600 bilhões de dólares, não é uma cifra pequena, no entanto, passar por cima do problema custaria à humanidade vinte vezes mais no longo prazo. Os agentes econômicos alocam seus recursos de acordo com os incentivos recebidos pelo mercado, as leis da oferta e da demanda proporcionam que os recursos sejam alocados em um ponto tal onde existe equilíbrio e a quantidade demandada é a mesma ofertada. A questão fundamental é saber se a nova configuração da economia desenhada pelo alerta das mudanças globais no clima pode alterar o equilíbrio econômico mundial.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo tentou mostrar a configuração do Protocolo de Quioto no Brasil, e como, através do MDL, novas e atrativas oportunidades surgem para a economia do país. Muitas são alternativas simples, porém, eficazes para diminuir a emissão de GEE. Foi visto também como estão distribuídas essas iniciativas nas regiões e nos estados brasileiros.

Pode-se concluir nessa primeira análise é que existe, de fato, um mercado em crescimento para o crédito de carbono, e locais onde as oportunidades são sub-aproveitadas. Ou porque o custo de implementação é alto e não há incentivos ou porque não se tem ainda no país uma cultura empresarial voltada para a preservação do meio ambiente e mitigação de danos.

O potencial para o crescimento desses tipos de empreendimentos é enorme no país, mas, deve-se ter a real importância por parte dos gestores públicos do que representa a atração desses investimentos. A diversificação em setores de atuação prova a pluralidade das oportunidades que o Protocolo traz, todos os 15 setores estão representados no Brasil: alguns em maiores quantidades que outros, o que mostra talvez a inação de alguns estados em incentivar o empresariado local para essas oportunidades.

A segunda parte da análise fala do mercado, qual é a dimensão desse mercado. A expectativa no Brasil refere-se a US\$ 3 bilhões para 21 anos, e foi verificado que a projeção do mercado feita em 2004 é maior, apesar de capacidade do país de absorver as oportunidades com eficiência

ainda existe espaço para novas oportunidades. De fato a projeção mundial também se mostrou divergente e os 25% do mercado de MDL que o Brasil pretendia ter se transformaram nos 10% que o país possui. Liderados por potências em desenvolvimento como China e Índia o mercado de MDL é uma nova fonte de captação de recursos estrangeiros para essas economias em crescimento. A busca da eficiência nesse mercado traz um benefício que só deverá ser reconhecido a longo prazo, as tecnologias limpas proporcionadas pelo MDL serão os pilares do desenvolvimento sustentável dessas nações. A nova perspectiva de um desenvolvimento possível baseado em ações que respeitem o futuro das gerações e que ao mesmo tempo lhes confira a viabilidade de benefícios econômicos mensuráveis é o efeito mais positivo do Protocolo de Quioto.

Outra questão mencionada brevemente no estudo, mas que também poderia contribuir para a maior eficiência do protocolo seria a inclusão desses três países na obrigatoriedade das reduções de emissão, uma vez que o esforço é atualmente voluntário. O status de país em desenvolvimento confere total liberdade para continuar emitindo GEE numa escala maior em que tentam reduzir com os projetos de MDL.

Como já se diz amplamente neste meio, não há uma solução *laissez-faire*; ou seja, deve haver a interferência e o empenho internacional coletivo para resolver o problema do aquecimento global. Talvez o objetivo maior do Protocolo de Quioto seja o início da conscientização coletiva mais voltada para o meio ambiente e desenvolvimento sustentável. O esforço coletivo é fundamental para a difusão dessas idéias, as futuras gerações não podem receber o ônus da irresponsabilidade atual.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.C.P *Como Comercializar Créditos de Carbono*, São Paulo, Editora Trevisan 5ª Edição, 2007.

BENÍTEZ,P.,MCCALLUM,I.,OBERSTEINER,M.,YUMAGATA,Y. *Global potential for carbon sequestration: Geographical distribution, country risk and policy implications*. Ecological Economics, 2006.

CAPOOR, K; AMBROSI, P. *State and Trends of the Carbon Market* , 2007, World Bank. www.obancomundial.org

DELPUPPO, C. *Kyoto, Mercado e Pós 2012*. Instituto Totem, 2006. Disponível em http://www.fiesp.com.br/download/palestras/01_carlos_delpupo.pdf

DENARDI,E.P. *O Brasil e o Protocolo de Kyoto* disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>

FAMINOW, M. *Projetos Empresariais e Públicos*, texto: Os projetos e o Meio Ambiente, Editora Atlas, 2ªEdição, 2002.

MAY, P.H, LUSTOSA, M.C., VINHA ,V. *Economia do Meio Ambiente, Teoria e Prática*. Rio de Janeiro, Editora Campus 1ª Edição, 2003.

MARÉCHAL, K.,HECQ,W. *Temporary Credits: A solution to the potential non-permanence of carbon sequestration in forests ?* Center for Economic and Social Studies on the Environment, Université Libre de Bruxelles, Belgium, 2005.

MOTTA,R.S.da *Economia ambiental*. Rio de Janeiro, Editora FGV 1ªEdição, 2006.

NOBRE,C Entrevista com pesquisador do INPE no canal Globo News, disponível em : <http://video.globo.com/Videos/>

ROCHA,J.M. *A Ciência Econômica discute a Problemática Ambiental*. Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em <http://hermes.ucs.br/ccea/ipes>

ROCHA,M.T. *O Aquecimento Global e o mercado de Carbono: Uma aplicação do modelo CERT*. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br>

STERN,N. *Stern Review on the Economics of Climate Change. Paper A: The Case for action to reduce the risks of Climate Change*. Reino Unido, 2006. Disponível em <http://www.sternreview.org.uk>

VARIAN,H.R.*Microeconomia Princípios Básicos*.Rio de Janeiro, Editora Campus 6ª edição, 2003.

Sites consultados:

www.agcert.com

www.ambientebrasil.com.br

www.carbonfinace.org

www.ecoenergy.com

www.ecoinvest.com

www.ecosecurities.com

www.mct.gov.br

www.obancomundial.org

www.sternreview.org.uk

- ¹ Os países desenvolvidos fazem parte do Anexo I e os não desenvolvidos (ou em desenvolvimento) do não Anexo I.
- ² Os países desenvolvidos são principais responsáveis pelas causas do aquecimento global, com aproximadamente 63% das emissões de gases e sobre quem deve recair maior peso na redução de emissões. Os países menos desenvolvidos, ou em desenvolvimento, são responsáveis por apenas 37% das emissões (May, 2006).
- ³ Protocolo de Quioto Artigo 12, alínea 5.
- ⁴ Para este trabalho será utilizado apenas o conceito de externalidades negativas
- ⁵ Ao substituir o clínquer a emissão de GEE é reduzida devido a redução de emissão no processo de calcinação de calcário bem como a redução de consumo de combustível fóssil no forno.
- ⁶ Fonte:IRGA- Instituto Riograndense de Arroz , 2004
- ⁷ Cotação €12,00 por tonelada de carbono foi obtida com a empresa Ecoinvest Carbon Brasil , maior negociadora de créditos do país. Cotação e taxa de câmbio obtida dia 27 de julho.
- ⁸ 2008-2012
- ⁹ Projeto já mencionado anteriormente na análise por estados.
- ¹⁰ Informação obtida através do endereço eletrônico: info@ecoinvestcarbon.com
- ¹¹ Informações obtidas no site da empresa: www.ecoenergy.com
- ¹² Informações obtidas no site da empresa: www.agcert.com
- ¹³ http://www.mct.gov.br/upd_blob/0016/16144.pdf
- ¹⁴ Informações obtidas em: <http://www.bmf.com.br/portal/pages/mbre/>
- ¹⁵ Considerando apenas projetos realizados em conformidade ao Protocolo de Quioto.
- ¹⁶ Cotação do dia 27 de julho.
- ¹⁷ Tipo de fundo direcionado para investimentos em empresas