

Desenvolvimento sustentável e o Protocolo de Quioto: uma abordagem histórica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo*

Letícia Hoppe**

Professora da Faculdade de Administração,
Contabilidade e Economia (FACE), Assessora
do Instituto do Meio Ambiente (IMA) da
Pontifícia Universidade Católica do
Rio Grande do Sul (PUCRS)

Augusto Mussi Alvim**

Professor do Programa de Pós-Graduação
em Economia (PPGE) da FACE-PUCRS,
Pesquisador do CNPq

João Marcelo Medina Ketzer***

Coordenador do Centro de Excelência em
Pesquisa sobre Armazenamento de Carbono
(CEPAC), Professor Adjunto da PUCRS

Osmar Tomaz de Souza****

Professor do PPGE-FACE-PUCRS,
Pesquisador do CNPq

Resumo

O presente artigo tem por objetivo compreender a formulação e a execução do Protocolo de Quioto e identificar as principais contribuições desse acordo para o desenvolvimento sustentável. Desde a sua implementação, o Protocolo tem se mostrado importante na redução das emissões dos gases de efeito estufa através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e no desenvolvimento do mercado de créditos de carbono. Em termos regionais, discute-se para o Brasil o perfil dos projetos existentes, as novas tecnologias para a redução de gases de efeito estufa e as principais perspectivas para a sequência do Protocolo de Quioto após 2012.

* Artigo recebido em mar. 2010 e aceito para publicação em dez. 2010.

** E-mail: leticia.hoppe@pucrs.br

*** E-mail: augusto.alvim@pucrs.br

**** E-mail: jketzer@pucrs.br

***** E-mail: osmar.souza@pucrs.br

Palavras-chave

Desenvolvimento sustentável; Protocolo de Quioto; créditos de carbono.

Abstract

The main objective of this paper is to analyze the thematic of sustainable development, seeking for a comprehension on how this subject became a guideline for worldwide discussion up to the formulation and execution of the Kyoto Protocol. This protocol proved to be an important tool to reduce the emission of greenhouse effect gases. In this sense, we describe some aspects of its built and use, especially through Clean Development Mechanism (CDM) and Certified Emission Reductions (CER). Highlighting the Brazilian reality we discuss the profile of projects, the new technologies to reduce greenhouse gases and, finally, the perspectives for Kyoto Protocol after 2012.

Key words

Sustainable development; Kyoto Protocol; Carbon Credit.

Classificação JEL: Q, Q5, Q56.

1 Introdução

O tema meio ambiente tem sido pauta de debates em diversas áreas do conhecimento, deixando de ser assunto “de ecologistas” e passando a ser incorporado ao processo produtivo por empresários e formuladores de políticas públicas. Nesse cenário, o conceito de desenvolvimento sustentável veio fortalecer o processo de mudança no uso dos recursos naturais, na orientação dos investimentos, nas decisões de ordem política e na reformulação das instituições públicas.

A incorporação do adjetivo “sustentável” à noção de desenvolvimento representou o corolário do processo de debates e da reavaliação do desenvolvimento, sobretudo a partir dos anos 70. A crise econômica mundial dos anos 70, somada aos desequilíbrios sociais decorrentes dos modelos de desenvolvimento em curso, e a crescente aceitação dos limites ambientais do

crescimento foram determinantes para a emergência do termo desenvolvimento sustentável, como bem apontam Rotillon (2008), Foladori (2001), Montibeller Filho (2004) e Bellen (2007). A realidade dos países latino-americanos era mais do que ilustrativa das desigualdades sociais e econômicas produzidas por aqueles modelos de desenvolvimento, conforme destacavam os trabalhos dos pensadores da CEPAL (Bielschowsky, 2000). No quesito ambiental, igualmente chamavam a atenção as dúvidas sobre a capacidade de os sistemas naturais suportarem padrões de crescimento altamente demandantes de recursos e serviços ambientais, nos termos já ressaltados pelo Clube de Roma (Meadows et al., 1972).

Mas foi durante as duas últimas décadas do século XX que os preceitos da sustentabilidade passaram a fazer parte da agenda do desenvolvimento em termos mais concretos, sobretudo a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em 1992, no Rio de Janeiro. O Protocolo de Quioto, desenhado no final da década de 90, representou um marco importante dessa agenda, particularmente para os defensores da utilização dos instrumentos de mercado no tratamento das questões ambientais.

O objetivo deste estudo consiste exatamente em compreender a formulação e a execução do Protocolo de Quioto, identificando as contribuições desse acordo para o desenvolvimento sustentável. Para atingir tal objetivo, é realizada uma análise da problemática econômica e ambiental em termos mundiais, identificando sua trajetória e seus movimentos até os dias atuais. Logo após essa revisão histórica, tratar-se-á do Protocolo de Quioto como uma ferramenta capaz de impulsionar a adoção de processos que resultem nas reduções das emissões dos gases de efeito estufa (GEE), identificados como responsáveis pelo aquecimento global.

Para tanto, dentre as alternativas criadas no Protocolo de Quioto, destaca-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que se apresenta como um instrumento econômico que permite a internalização do modelo de gestão ambiental, com vistas ao desenvolvimento de forma sustentável por países em desenvolvimento que não possuem a obrigatoriedade de redução de emissão dos GEE.

Os projetos enquadrados como MDL, os quais são analisados por sua metodologia, enquadramento e forma de aplicação, têm possibilitado a obtenção de Certificado de Emissões ou créditos de carbono que, na maioria dos casos, viabiliza a sua implementação, por se tornar uma fonte de receita no final do seu processo.

2 Análise histórico-econômica do meio ambiente

Segundo Turner (1994), as origens do movimento ambientalista podem ser identificadas a partir da segunda metade do século XIX. Nos Estados Unidos da América, um movimento ambientalista representado por preservacionistas e conservacionistas já identificava a necessidade da preservação de determinadas espécies da fauna e da flora, surgindo, então, o estímulo à constituição de parques protegidos, sendo o primeiro parque mundial criado em 1872, nos EUA, denominado Yellowstone National Park.

Após a Segunda Guerra Mundial, o ambientalismo apresenta um novo corpo, tornando evidente a preocupação com os armamentos termonucleares nascentes, os quais, segundo Acot (1990), representavam uma ameaça que punha em risco a espécie humana. Seguindo essa inquietação, inúmeros tratados passaram a abordar as consequências das atividades do homem sobre a natureza, contribuindo progressivamente para os avanços nos conhecimentos e na divulgação dos mesmos.

A publicação de **Primavera Silenciosa**¹, em 1962, foi um dos acontecimentos identificados como o propulsor da revolução ambiental, ajudando a desencadear uma mudança de postura dos EUA e de outros países do mundo em relação aos pesticidas e poluentes, que vinha gradativamente prejudicando o meio ambiente.

A partir da década de 70, o tema meio ambiente passou a fazer parte da agenda em escala mundial, e o Clube de Roma², juntamente com o grupo de pesquisas de Massachusetts Institute of Technology (MIT), elaboraram, no ano de 1970, um estudo denominado **Limites do Crescimento**. Esse estudo apresenta os principais modelos que relacionam “[...] variáveis de crescimento econômico, explosão demográfica, poluição e esgotamento dos recursos naturais devido à acelerada industrialização e urbanização juntamente com a explosão demográfica” (Meadows, 1972).

¹ Livro escrito por Rachel Louise Carson, que marcou o início da revolução ecológica nos Estados Unidos, trazendo uma série de advertências sobre o meio ambiente. Ainda hoje, a obra é considerada uma das mais importantes do século, ajudando a desencadear uma mudança de postura dos EUA e de outros países do mundo em relação aos pesticidas e poluentes.

² Grupo composto por cientistas, industriais e políticos, que tinha como objetivo discutir e analisar os limites do crescimento econômico, levando em conta o uso crescente dos recursos naturais. Foi fundado em 1968 por Aurelio Peccei, industrial e acadêmico italiano, e Alexander King, cientista escocês.

Já em 1972, a Conferência de Estocolmo criou o Programa das Nações Unidas de Meio Ambiente (PNUMA), cujo objetivo foi encorajar a ação governamental e os organismos internacionais a protegerem o meio ambiente humano. As propostas apresentadas na Conferência de Estocolmo tiveram como base os dados publicados pelo relatório do Clube de Roma.

Dessa conferência, resultaram os princípios que definem os compromissos entre as nações, sendo incluída adicionalmente a assistência técnica e financeira de países desenvolvidos, os quais atribuíam às “instituições nacionais apropriadas, as tarefas de planejamento, gerenciamento e controle dos recursos ambientais”.

A posição do Brasil quanto às questões ambientais, conforme descrito em Nobre (2002), é idêntica à dos demais países do chamado Terceiro Mundo³. Esse grupo de países defende que o crescimento econômico não deveria ser sacrificado em nome de um ambiente mais puro. Os delegados brasileiros até reconheceram a ameaça da poluição ambiental, mas sugeriram que os países desenvolvidos deveriam pagar pelos esforços dessa purificação. Além disso, segundo Souza (2000), o Brasil discordou da relação direta entre crescimento populacional e exaustão dos recursos naturais, opondo-se fortemente às propostas de medidas de controle de natalidade.

Em 1985, a Convenção de Viena remodelou o debate a respeito do meio ambiente para um enfoque agora preventivo, dado que seus principais objetivos eram o de proteger a saúde humana e o meio ambiente contra os efeitos adversos causados pelo desenvolvimento, bem como garantir os recursos naturais necessários para a sobrevivência das gerações futuras, nascendo então o conceito de desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável emerge do **Relatório de Brundtland**, conhecido também como Nosso Futuro Comum, o qual foi elaborado no ano de 1987, tendo como objetivo a busca concomitante de eficiência econômica, justiça social e harmonia ambiental, sendo que, para tal feito, a indústria deveria passar a produzir mais utilizando menos recursos (Rel. Brundtland, 2008).

O conceito de desenvolvimento sustentável apresentado por Almeida resume o que foi destacado anteriormente.

Desenvolvimento sustentável passa a ser mais que um conceito, sendo um processo de mudança onde a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento ambiental e a mudança institucional devem levar em conta as necessidades das futuras gerações. (Almeida; Mello; Cavalcanti, 1996, p. 13).

³ A expressão Terceiro Mundo, utilizada por Nobre, refere-se aos países em desenvolvimento.

Logo após a divulgação do **Relatório Brundtland** (2008), a política ambiental no mundo começou a sofrer uma reformulação; esse novo rumo implicou a criação de um pacto entre as nações, que, para tanto, criaram a Conferência Internacional: Unced 92 — Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento —, realizada no Rio de Janeiro, mais conhecida como Eco 92.

A Eco 92 teve por objetivo avaliar como os países haviam promovido a proteção ambiental até aquele momento e discutir os encaminhamentos para questões específicas como as mudanças climáticas (aquecimento global), proteção da biodiversidade e outras. Logo, a intenção era conhecer a realidade mundial no que diz respeito ao meio ambiente, com vistas a elaborar estratégias e medidas para deter a degradação do meio ambiente, tanto no âmbito nacional como internacional, conseguindo, dessa forma, promover o desenvolvimento ambientalmente sustentável. Segundo Romeiro (1993), a Eco 92 contou com a participação de 178 delegações de estados e de mais de 1.400 organizações não governamentais (ONGs) e com a presença maciça da sociedade civil, lançando as bases sobre quais os países deveriam, a partir daquela data, empreender ações concretas para a melhoria das condições sociais e ambientais a nível global. Como resultado dessa conferência de âmbito mundial, foram assinadas a Declaração do Rio e a Agenda 21.

A Eco 92 contou com o apoio da Organização das Nações Unidas (ONU) que, em meados dos anos 80, havia criado o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), responsável pela publicação periódica de relatórios sobre novas descobertas científicas, em especial sobre os efeitos dos GEE.

Através do seu primeiro relatório, em 1990, a ONU convocou o início dos trabalhos que vieram a resultar na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Essa, por sua vez, terminou em 1992, e foi aberta para assinaturas e ratificações na própria Eco 92, entrando em vigor em 1994, com a participação de 182 países-partes, passando a ser considerada como um grande passo para a estabilização da emissão dos GEE, de acordo com o IPCC (2008a).

Contudo, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima não tem caráter impositivo, com normas e regras específicas em caso de não cumprimento. Logo, foi nesse contexto que emergiu a importância do Protocolo de Quioto, que regulamentou e especificou a Convenção. O Protocolo de Quioto é um anexo à Convenção, mas possui regras e diretrizes próprias, com sanções aos infratores, assegurando que ele tenha uma real efetividade, além de garantir o cumprimento das metas estabelecidas. O principal objetivo do Protocolo é contribuir com ações efetivas para a redução dos GEE em torno de 5,2% das emissões registradas no ano de 1990.

2.1 A perspectiva do desenvolvimento sustentável

2.1.1 Sustentabilidade nas perspectivas econômica, ambiental, social, geográfica e cultural

A ideia de sustentabilidade, segundo Harte (1995), está ligada à persistência de certas características indispensáveis e desejáveis das pessoas, comunidades, organizações e dos ecossistemas que as envolvem. Assim, para atingir o progresso técnico em direção à sustentabilidade, deve-se alcançar concomitantemente o bem-estar humano e dos ecossistemas.

Desse modo, seguem as perspectivas da sustentabilidade nas áreas **econômica, social, ambiental, geográfica e cultural** de forma complementar ao entendimento interdisciplinar da sustentabilidade, como escreveu Sachs (1986, p. 37): “Considerando a sustentabilidade como um conceito dinâmico que engloba um processo de mudança, o desenvolvimento sustentável apresenta cinco dimensões”.

A **sustentabilidade econômica**, segundo Daly (1992), indica que a teoria econômica deve atender a três objetivos: alocação, distribuição e escala, ou seja, alocação e distribuição eficiente dos recursos naturais dentro de uma escala apropriada, deixando clara a necessidade de suplantiar os modelos tradicionais, que medem crescimento e desempenho da economia, por indicadores que incorporem a variável ambiental. A expansão do modelo de mensuração pode emitir sinais de alarme imprescindíveis para reorientar a direção econômica rumo ao crescimento sustentável.

A **sustentabilidade social** (Sachs, 1986) refere-se a um processo de desenvolvimento que leve a um crescimento estável, com distribuição equitativa de renda, gerando, com isso, a diminuição das atuais diferenças entre os diversos níveis na sociedade e a melhoria das condições de vida das populações.

A **sustentabilidade ambiental** (Rutherford, 1997) indica que a principal preocupação são os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente, indicando a redução na utilização de combustíveis fósseis, a diminuição das emissões de substâncias poluentes, a adoção de políticas de conservação de energia e de recursos, substituindo recursos não renováveis por renováveis, aumentando eficiência em relação aos recursos utilizados. Essa perspectiva pode ser agregada à **geográfica** e à **cultural**, pois ela relaciona o caminho da modernização sem o rompimento da identidade cultural dentro de contextos espaciais específicos, alcançando o progresso em direção à sustentabilidade, sendo esta uma escolha da sociedade, das organizações, das comunidades e dos indivíduos.

3 Instrumentos econômicos de gestão ambiental

A partir da difusão do conceito de desenvolvimento sustentável e da conscientização dos governantes e da população sobre a questão ambiental, houve uma crescente adoção de instrumentos econômicos (IE).

Os instrumentos econômicos são utilizados visando minimizar impactos ambientais ou evitar a degradação dos recursos naturais, o que torna possível viabilizar a associação entre crescimento econômico e desenvolvimento sustentável. Em muitos casos, essa tendência pode ser constatada, por exemplo, pelo estabelecimento de metas globais de redução da emissão dos gases de efeito estufa (GEE).

Ao estabelecer padrões de sustentabilidade de um recurso, pode-se induzir os agentes a moderarem o uso do recurso e respeitarem o padrão de qualidade ou encaminharem-se para sua consecução mediante o uso dos instrumentos econômicos à disposição. Dentre eles, destacam-se os instrumentos de cobrança pelo uso do recurso e o estabelecimento de permissões negociáveis de utilização. Esses instrumentos permitem atingir, em longo prazo, um total de utilizações que não ultrapasse a capacidade de suporte ou assimilação dos recursos naturais à disposição.

Os instrumentos econômicos de política ambiental podem ser classificados, segundo Mendes e Motta (1997, p. 4), em dois tipos:

- a) comando e controle, “[...] que consistem na internalização do custo externo ambiental, através da adoção de mecanismos de comando-e-controle (padrões ambientais, licenciamento e sanções legais)”;
- b) incentivos de mercado: instrumentos que atuam indiretamente sobre os preços, procurando

[...] estabelecer níveis desejados de uso do bem ou serviço ambiental como, por exemplo, a quantidade total de poluição ou de uso permitida, através da distribuição de certificados ou direitos de propriedade que são distribuídos entre os usuários ou produtores (Mendes; Motta, 1997, p. 4).

Os instrumentos de políticas ambientais podem ser classificados ainda como diretos ou indiretos. Os diretos são aqueles elaborados para resolver questões ambientais, enquanto os indiretos são desenvolvidos para resolver outros problemas, mas, de uma forma ou de outra, acabam colaborando para as soluções ou agravamento dos problemas relativos ao meio ambiente.

Consideram-se instrumentos diretos:

- a) os de comando e controle, que abrangem os padrões de emissão (localidades que programaram limites para emissão de determinados

poluentes, por exemplo, de dióxido de enxofre) e o controle de equipamentos (exigência de instalação de equipamentos antipoluição (por exemplo, filtros); obrigatoriedade do uso de tecnologias “limpas” já disponíveis);

- b) os incentivos de mercado, dos quais fazem parte as taxas e as tarifas (podem ser consideradas, *lato sensu*, um preço pago pela poluição, como, por exemplo, a taxa pela emissão de efluentes por produto produzido); as cotas transferíveis (que têm a capacidade de criar (artificialmente) um “mercado para poluição”, permitindo aos agentes comprar ou vender direito (cotas) de poluição de fato ou potencial, como, por exemplo, os créditos de carbono); os subsídios à produção menos poluente (formas de assistência financeira cujo objetivo é incentivar os poluidores a reduzirem os níveis de poluição); e os sistemas de restituição de depósitos.

Como instrumentos econômicos classificados como indiretos, tem-se, por exemplo, os impostos e os subsídios a equipamentos, processos, insumos e produtos; e os subsídios a produtos similares nacionais.

Os instrumentos econômicos pretendem, assim, estimular comportamentos de produção, de consumo e de investimento, no sentido da sustentabilidade no desenvolvimento, tanto pela alteração direta dos níveis de preços e de custos (impostos, taxas e subsídios), como pela alteração indireta de preços e custos por meio de medidas fiscais ou financeiras, ou ainda pela criação de mercados ou apoio a mercados (por exemplo, títulos negociáveis).

Por conseguinte, faz-se necessária a mensuração da eficácia dos instrumentos a serem utilizados para a obtenção do desenvolvimento sustentável. Nesse intuito, estudos estão sendo realizados na construção de indicadores capazes de medirem esse desenvolvimento. A seguir, será realizada uma breve introdução ao assunto, sem a pretensão de esgotá-lo.

3.1 Os indicadores de desenvolvimento sustentável

Os indicadores de desenvolvimento sustentável são ferramentas essenciais para que possam ser analisados os impactos ambientais causados pela ação do homem na natureza, e que permitam a realização de projeções futuras no âmbito da elaboração de projetos que tentem minimizar esses impactos.

O objetivo dos indicadores é agregar e quantificar informações, de maneira que sua importância fique mais destacada. Pode-se, então, de acordo com Bellen (2007), elencar as principais funções dos indicadores:

- a) avaliar as condições e tendências;
- b) comparar lugares e situações;
- c) avaliar condições e tendências em relação a metas e objetivos;
- d) prover de informações de advertências e antecipar futuras condições e tendências.

Assim, para a tomada de decisões políticas, normalmente são adotados indicadores sociais e econômicos; porém, para monitorar e avaliar as mudanças e seus impactos no ambiente, é imprescindível a adoção de indicadores comparativos.

Um indicador econômico, de forma geral, não leva em conta a magnitude dos efeitos ou danos ambientais, assim como indicadores ambientais não refletem de forma precisa os impactos sociais ou econômicos, ou ainda, os indicadores sociais não consideram efeitos ambientais ou econômicos.

Indicadores de sustentabilidade não são indicadores tradicionais de sucesso econômico e qualidade ambiental, pois, como a sustentabilidade requer uma visão de mundo mais integrada, os indicadores devem relacionar a economia, o meio ambiente e a sociedade de uma comunidade.

Por isso, paralelamente à discussão do conceito de sustentabilidade, têm-se procurado metodologias capazes de mensurarem tal desenvolvimento, medindo o nível de desenvolvimento de uma nação e da sustentabilidade de seus sistemas econômicos e ecológicos. (Mikhailova, 2004, p. 30).

Uma primeira tentativa de agregar os dados econômicos e sociais em um indicador de sustentabilidade ocorreu em 1989, quando Daly e Cobb (1989) criaram o Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (IBES), o qual procurava desatrelar este índice do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB)⁴ *per capita*. A medida de consumo total foi ajustada levando em conta os fatores sociais e ambientais, como mencionado anteriormente; entretanto tais indicadores não conseguiram servir como medida de sustentabilidade. O cálculo implica monetizar uma série de custos ambientais (água, ar, ruído, etc.), assim como o esgotamento de capital natural (renováveis e não renováveis), e os danos ambientais de longo prazo. Desse modo, esses cálculos enfrentam os usuais problemas técnicos de valoração dos bens e serviços ambientais que não passam por mercados convencionais.

Nos anos 90, predominantemente no que tratava a discussão sobre construção de índices de sustentabilidade, estava focada em encontrar: "Quais os indicadores econômicos calculados em valores monetários ou naturais,

⁴ O PIB indica todos os bens e serviços que foram produzidos por um país em determinado período de tempo.

mensurados em unidades físicas, são melhores para medir a sustentabilidade?” (Mikhailova, 2004, p. 31).

Tais debates estavam embasados nos conceitos da sustentabilidade fraca e forte, onde os economistas da sustentabilidade fraca, conforme estudos realizados por D. W. Pearce e G. D. Atkinson, indicam que o seu critério de embasamento para o cálculo do índice é de que a economia deve poupar mais capital do que consumi-lo, visto que logo alcançará um alto nível de investimento e, conseqüentemente, de poupança.

Segundo os economistas da sustentabilidade forte, os índices relativos estão embasados no nível de consumo de recursos naturais, em que índices mais baixos de redução significam mais altos índices de sustentabilidade.

Estudos recentes, em 2000, foram realizados por pesquisadores das Universidades de Yale e Columbia, onde foi criado o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI). Esses não mostram o nível de sustentabilidade de forma direta e concisa, mas permitem, como apresentado no Quadro 1, uma comparação entre diferentes países, a fim de elucidar o nível de aptidão dos mesmos para o desenvolvimento sustentável futuro.

Em decorrência de as principais funções dos indicadores terem sido atingidas, é notável a sua importância e utilidade no fornecimento de informações sobre em que condição se encontra a sociedade em relação à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável, colaborando com os gestores e tomadores de decisão na programação e na implementação de processos e políticas públicas que visem ao desenvolvimento sustentável.

Destaca-se aqui a importância e a relevância da futura utilização e desenvolvimento de índices de caráter ambiental, no intuito de complementar os estudos e os diagnósticos de procedimentos a serem adotados na área ambiental, de tal sorte que o resultado de atividades redutoras da emissão de GEE possa ser contabilizado.

Apesar disso, não se pode deixar de esclarecer que os dados devem ser analisados de forma particular, pois as diferentes regiões estão em diferentes estágios de desenvolvimento e possuem distintas características sociais, geográficas e culturais que devem ser levadas em conta.

Quadro 1

Comparativo entre os indicadores econômicos e os indicadores ambientais

INDICADORES ECONÔMICOS		INDICADORES AMBIENTAIS	
Tradicionais	Sustentáveis	Tradicionais	Sustentáveis
Renda média <i>per capita</i> em relação aos EUA	Número de horas trabalhadas em relação à média de salário necessária para as necessidades básicas serem supridas	Níveis ambientais de poluição do ar, água, geralmente medidos em partes por milhão (ppm) ou poluentes específicos	Habilidade do ecossistema de processar e assimilar poluentes
Taxa de desemprego Número de empresas	Elasticidade do mercado de trabalho Habilidade do mercado de trabalho de ser flexível em tempos de mudanças na economia	Toneladas de resíduos sólidos produzidos	Quantidade de material reciclado por pessoa em relação ao total de resíduos sólidos produzidos (uso cíclico das fontes de recursos)
Tamanho da economia medido por índices como PIB	Maior independência financeira local possível	Energia <i>per capita</i> utilizada	Energia renovável em relação à energia não renovável Quantidade total de energia usada

FONTE DOS DADOS BRUTOS: MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Economia e Desenvolvimento**, 16, 2004.

4 Protocolo de Quioto

Na cidade de Quioto, no Japão, no ano de 1997, foi assinado o Protocolo de Quioto, um novo componente da Convenção das Partes, que contém, pela primeira vez, um acordo que compromete os países do Hemisfério Norte a reduzirem suas emissões de GEE.

O Protocolo de Quioto define como meta para mais de 50 países a redução da sua emissão dos gases de efeito estufa (GEE), em média, 5,2% em relação aos níveis de 1990 no período de vigência do Protocolo (2008-2012).

No entanto, as tratativas para que o Protocolo de Quioto entrasse em vigor perduraram até 18 de novembro de 2004, quando o Secretário Geral das Nações

Unidas recebeu da Federação Russa o instrumento legal de ratificação do Protocolo de Quioto. Com isto, o Protocolo contava com a participação de 55 países industrializados, e iniciou-se a contagem regressiva, de 90 dias, para a entrada em vigor do mesmo em fevereiro de 2005. Contudo, três nações industrializadas ainda não ratificaram o mencionado Protocolo: Liechtenstein, Mônaco e Estados Unidos da América. Os Estados Unidos da América declararam que não planejam fazê-lo; e esse país representa cerca de um terço da emissão dos gases de efeito estufa dos países industrializados (UN 2004, 2008).

A criação do Protocolo de Quioto foi alavancada pelo crescimento na degradação dos recursos ambientais que se observou nas últimas décadas, em especial pelo aumento da emissão dos GEE, que advêm, em larga medida, da incapacidade de os sistemas econômicos garantirem e estimularem o uso eficiente desses recursos. Os GEE estão associados diretamente ao aumento da temperatura da superfície da Terra, pois retêm calor proveniente do sol, o que seria devolvido ao espaço, resultando no aquecimento global.

Os principais GEE gerados pela ação antrópica descritos no Quadro 2 são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), halo carbonos — bromo, cloro, flúor e iodo — hexafluoreto de enxofre (SF_6) e ozônio (O_3). Cada um desses gases possui seu próprio potencial de aquecimento global, em função da intensidade em que absorvem energia solar e do tempo de permanência na atmosfera (Pinheiro, 2005). O CO_2 é considerado o gás de efeito estufa mais importante em termos de volume, de forma que todos os outros gases têm seus potenciais de aquecimento global expressos em equivalência. O período usualmente utilizado para fazer as comparações (de equivalência) é de 100 anos.

Considerando os níveis atuais de emissão desses gases e fazendo uma projeção para o ano de 2050 (IEA, 2000), os dados são alarmantes: os níveis de emissão tenderão a duplicar: passarão de 25 bilhões de toneladas de CO_2 equivalente por ano para 50 bilhões de toneladas de CO_2 equivalente por ano. Esse aumento de emissões e mudanças climáticas associadas traz consigo impactos econômicos, sociais e ambientais em todos os países, porém de maneira diferenciada nas diversas áreas.

Segundo dados do IPCC (2008a), a concentração de dióxido de carbono na atmosfera passou de 280 partes por milhão (ppm)⁵ no período que antecedeu a revolução industrial para 379ppm em 2005. O incremento é significativo ao ponto de a queima de combustíveis fósseis ser considerada o grande responsável pelo aumento da emissão de dióxido de carbono na atmosfera que, no ano de 2005, atingiu a marca de 26,4 giga toneladas (Gt) de CO_2 .

⁵ Relação existente entre o volume de gases de efeito estufa e o volume total de ar seco.

Quadro 2

Gases de efeito estufa (GEE) e suas principais atividades emissoras

GEE	PRINCIPAIS ATIVIDADES EMISSORAS	POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL — 100 ANOS
Dióxido de carbono — CO ₂	Queima de combustíveis fósseis Queimadas em florestas	1
Metano — CH ₄	Extração, transporte e distribuição de combustíveis fósseis Produção de animais	23
Óxido nitroso — N ₂ O	Combustão de combustíveis fósseis Atividades agrícolas e processos industriais	296
Ozônio — O ₃	Formado na baixa atmosfera a partir de outros poluentes gerados pela combustão de combustíveis fósseis	-
Halocarbonos	Vazamentos de equipamentos que utilizam CFCs Processos industriais	120 a 12.000
Hexafluoreto de enxofre — SF ₆	Usado como isolante em equipamentos elétricos Processos industriais	22.200

FONTES: PINHEIRO, Flavio Cotrim. Mudança global do clima: ciência e políticas públicas. **Revista Ciências Moleculares**, n. 2, dez. 2005.

No Quadro 3, através de dados obtidos do IPCC (2008), são apresentados prognósticos dos impactos causados pela alteração da temperatura da terra em diversas regiões do mundo.

Diante do cenário mundial atual, em que o aquecimento global se apresenta como uma realidade, e esse cenário vêm sendo construído pela interferência do homem através do aumento das emissões dos GEE, algumas alternativas foram criadas com vistas a facilitar a implementação de medidas que contribuam para a redução da emissão desses gases. Destaca-se o Protocolo de Quioto que criou mecanismos de flexibilização, no intuito de colaborar com os países Anexo I a cumprirem suas metas de redução dos GEE, os quais serão tratados a seguir.

Quadro 3

Resumo de previsões do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas para os impactos do aumento da emissão dos gases de efeito estufa em diversas regiões do mundo

REGIÕES	PROVÁVEIS IMPACTOS
África e Ásia	Diminuição da produção agrícola Diminuição da disponibilidade de água na região do Mediterrâneo e em países do sul Aumento dos vetores de diversas doenças Aumento da desertificação
Austrália e Nova Zelândia	Diminuição da disponibilidade de água Extinção de animais e plantas
Europa	Desaparecimento de geleiras nos Alpes Aumento da produção agrícola em algumas regiões
América Latina	Diminuição da produção agrícola Aumento dos vetores de diversas doenças Extinção de animais e plantas
América do Norte	Aumento da produção agrícola em algumas regiões Aumento dos vetores de diversas doenças
Polar	Diminuição da calota polar Extinção de animais e plantas

FONTE DOS DADOS BRUTOS: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change**, 2001. Disponível em: <http://books.google.com/>. Acesso em: jun. 2008.

4.1 Os mecanismos de flexibilização

Os mecanismos de flexibilização que constituem os instrumentos econômicos baseiam-se no princípio teórico da eficiência e foram divididos em três classes: implementação conjunta (países do Anexo I), comércio de emissões restritas aos países do Anexo I e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo entre os países do Anexo I e os do Não Anexo I.

Implementação conjunta: segundo o artigo seis do Protocolo de Quioto, o mecanismo denominado implementação conjunta, criado pelos EUA, permite a negociação bilateral de implementação de projetos de redução de emissões de GEE entre países integrantes do Anexo I. Através da implementação conjunta, um país industrializado pode compensar suas emissões de GEE, participando de projetos de redução de emissões em outro país do Anexo I.

Comércio de emissões: o comércio de emissões tem como intuito a criação da possibilidade de comercialização entre os países do Anexo I do excedente de créditos de carbono que cada país venha a gerar por reduzir os GEE além da quota estabelecida.

4.2 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) assenta-se na ideia de promover a cooperação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, e consiste no único mecanismo de participação destes últimos nas ações do Protocolo. Ele é proveniente da mistura de duas ideias, conforme ressaltam Pereira e May (2003, p. 231): “[...] de um fundo de desenvolvimento limpo, proposto inicialmente pelo Brasil, e de um plano de implementação conjunta [...]”.

A proposta brasileira inicial da criação de um fundo continha um caráter bastante punitivo aos agentes geradores da poluição, os quais deveriam arcar com os custos externos associados à poluição. As negociações em torno da proposta acabaram por levar à criação do mecanismo e à substituição das penalizações por um conceito de “ajuda” aos países comprometidos com as reduções a atingirem suas metas, de acordo com os mesmos autores.

Com isso, o objetivo do MDL, como descrito no Guide to the Clean Development Mechanisms (CDM, 2003), é prestar assistência às partes Não Anexo I da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, para que possam viabilizar o desenvolvimento sustentável através da implementação de projetos e contribuam para o objetivo final da Convenção.

Concomitantemente, presta assistência aos países do Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões de GEE. Um dos requerimentos para que um projeto seja eleito como um MDL é que seja realizado visando ao desenvolvimento sustentável. Como dito anteriormente, o MDL possui dois objetivos: “Assistir as partes não incluídas no Anexo I, promovendo o desenvolvimento sustentável; e mostrar que o desenvolvimento sustentável reduz os riscos ambientais, sociais e políticos do projeto” (Aukland et al., 2002).

O Acordo de Marrakesh⁶ estabeleceu que a entidade responsável pela avaliação e certificação dos projetos de carbono deve ser uma organização

⁶ O Acordo de Marrakesh, assinado durante a sétima reunião da Convenção das Partes (COP7), em 2001, define as modalidades e procedimentos dos mecanismos de flexibilização previstos no Protocolo de Quioto. O acordo está previsto na Decisão17/CP.7 e foi assim batizado por ter sido assinado na cidade de Marrakesh, no Marrocos.

credenciada pelo Comitê Executivo e enviar, por escrito, aos solicitantes uma aprovação obtida a partir das autoridades nacionais designadas. A autoridade nacional designada do país hospedeiro terá a responsabilidade de verificar se o objetivo do artigo 12.2 do Protocolo de Quioto foi atingido no que tange ao desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a autoridade designada é representada pela Comissão Interministerial de Mudanças Climáticas, sendo composta pelos seguintes Ministérios: Ciência e Tecnologia, Relações Exteriores, Meio Ambiente, Minas e Energia, Agricultura e Abastecimento, Transportes, Orçamento e Gestão, Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Projetos Especiais e Casa Civil.

4.2.1 Metodologia do projeto de implementação do MDL

A linha de base de uma atividade de projeto do MDL é o cenário que representa as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes que ocorreriam na ausência da atividade do projeto proposto.

Ao escolher uma metodologia base para uma atividade de projeto, os participantes do mesmo devem adotar, entre as abordagens a seguir, a que for considerada mais apropriada para a atividade de projeto, levando em conta qualquer orientação do conselho executivo, e justificar a adequação de sua escolha:

- a) as emissões atuais ou históricas existentes, conforme o caso;
- b) as emissões de uma tecnologia que represente um curso economicamente atrativo de ação, levando em conta as barreiras para o investimento;
- c) a média das emissões de atividades de projeto similares realizadas nos cinco anos anteriores, em circunstâncias sociais, econômicas, ambientais e tecnológicas similares, e cujo desempenho esteja entre os primeiros 20% de sua categoria.

Para que um projeto resulte em reduções certificadas de emissões ou créditos de carbono, as atividades de projeto devem passar pelas etapas do ciclo do projeto que são: elaboração, validação, aprovação (CIMGC), submissão, monitoramento, verificação/certificação e emissão dos certificados.

4.2.2 MDL na prática

Diante da possibilidade de diversos enquadramentos disponíveis para os projetos de MDL, estudos realizados por Santin (2007) indicam que, no caso de países em desenvolvimento, o setor com maior capacidade de obtenção de créditos de carbono por implementação de projetos de MDL é o setor de energia.

Justifica-se essa tendência, pois é sabido que a demanda mundial de energia para o ano de 2030 tem estimativa de dobrar, de acordo com o Internacional Energy Agency (IEA, 2000). Grande parte desse aumento na demanda é oriunda de países em desenvolvimento, também conhecidos como Não Anexo I, os quais acabam elevando também a emissão de CO₂, os quais devem atingir o patamar de emissões de 40 milhões de toneladas (Mt) de CO₂ naquele ano.

As emissões em países em vias de desenvolvimento representavam, no início do século XX, 39% das emissões globais, mas, para o ano de 2010, a projeção é de que sua contribuição seja elevada para o patamar de mais de 50%.

De forma geral, quando se trata de projetos de MDL, o relatório do Ministério de Ciência e Tecnologia (BR, 2008a) indica que os países que aparecem com as mais altas potencialidades em projetos são: China, Índia e Brasil, visto que esses países aparecem com o maior número de iniciativas registradas em âmbito mundial.

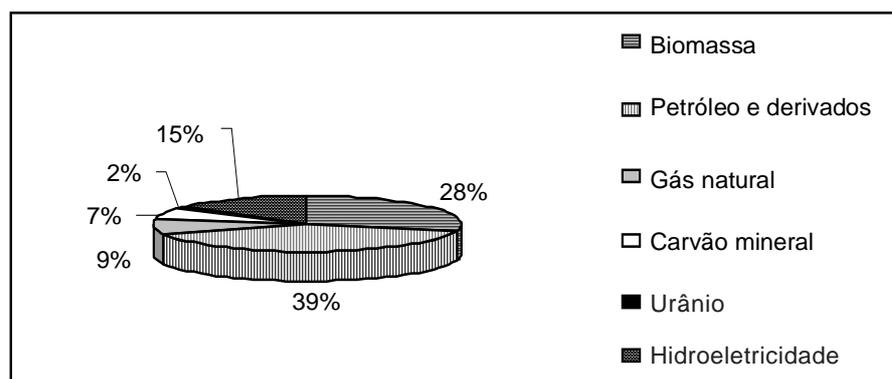
Contudo, o Brasil, por possuir uma matriz elétrica “limpa”, como destacado na Figura 1, composta principalmente por hidroelétricas, que produzem uma taxa de emissão de GEE inferior à geração térmica baseada em combustíveis fósseis, acaba por ter desvantagens em relação aos outros dois países. Isso tudo porque os projetos de geração de energia limpa são os que apresentam os melhores ganhos no sentido de obtenção de reduções de GEE com geração de créditos de carbono.

Esses resultados apontam para o mesmo caminho destacado por Motta *et al.* (2000) no seu estudo. Eles mostram que os setores com maior potencial para uso dos MDLs estão nos setores de energia e florestal. No setor de energia, existe um grande potencial para redução de emissões de carbono, utilizando-se dos resíduos urbanos ou subprodutos da atividade agrícola para a geração de energia elétrica. Já no setor florestal, existe um potencial enorme, desde que autorizado no âmbito do MDL, para sequestro de carbono a partir do plantio de árvores em regiões não apropriadas para práticas agrícolas.

Moreira e Giometti (2008), ao analisarem os projetos de MDL no Brasil, também destacam o setor energético como o de maior potencial. A geração de energia limpa a partir de novas fontes de energia, a exemplo de biomassa que inclui aterros sanitários, produção de biodiesel, energia eólica e o uso de resíduos agrícolas (casca de arroz e madeira), apresenta um potencial de crescimento nos próximos anos, o que, juntamente com a possibilidade de utilizar-se do MDL, poderia acelerar o processo de crescimento do setor de geração de energia limpa no Brasil.

Figura 1

Matriz energética do Brasil — 2006



FONTE: BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Mudanças climáticas: guia de projetos de MDL no Brasil, 2006.** Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: out. 2008a.

4.3 O mercado de créditos de carbono

O mercado de carbono funciona sob as regras do Protocolo de Quioto, o qual destina uma parte para elencar os mecanismos que o compõem para sua prática e funcionamento. Como descrito anteriormente, os mecanismos são a implementação conjunta, o comércio de emissões restritas aos países do Anexo I e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Esse mercado funciona através da comercialização de Certificados de Emissões, também conhecidos como os créditos de carbono, que são obtidos por reduzirem emissões de GEE. Os créditos de carbono são comercializados em mercados como bolsa de valores, fundos de investimentos, em que os países que têm o compromisso (através da assinatura do Protocolo de Quioto) com a redução da emissão destes gases possam comprar os créditos gerados por algum dos mecanismos de flexibilização em diferentes partes do mundo.

O processo de geração de créditos de carbono ocorre a partir da implementação de processos que, com a adoção de novas tecnologias ou redesenhos da produção, consigam reduzir as emissões desses a proporções menores que as geradas sem a utilização das mesmas. Destarte, essa atividade acaba por gerar créditos, créditos de carbono, os quais podem ser comercializados.

A quantificação do carbono e de outros gases economizados ou sequestrados, conforme Clean Development Mechanisms (CDM, 2003), é realizada por empresas técnicas especializadas, de acordo com determinações da ONU, sendo que cada crédito de carbono equivale a uma tonelada de CO₂ equivalente não emitido. Essa medida internacional foi criada com o objetivo de comparar e normalizar o potencial de aquecimento global — Global Warming Potencial (GWP) — de cada um dos seis GEE.

Analisando o mercado de comercialização de créditos de carbono, o relatório do Banco Mundial (2008) indica que o mercado internacional de carbono cresceu mais de 100% em 2007, comparando com o ano de 2006. Segundo o estudo, no ano de 2007, foram negociados US\$ 64 bilhões, o equivalente a mais de R\$ 108 bilhões.

O volume de transações dos MDL apresentou uma leve subida, passando de 537 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) em 2006, para 551 MtCO₂e em 2007.

No entanto, esses resultados apresentam-se de forma modesta frente à necessidade de uma grande redução na emissão dos gases de efeito estufa, mas não de menor importância, já que o Protocolo de Quioto é uma ferramenta que objetiva envolver todas as nações na busca por uma melhor qualidade do meio ambiente em que vivemos e pela preservação dos recursos naturais ainda existentes.

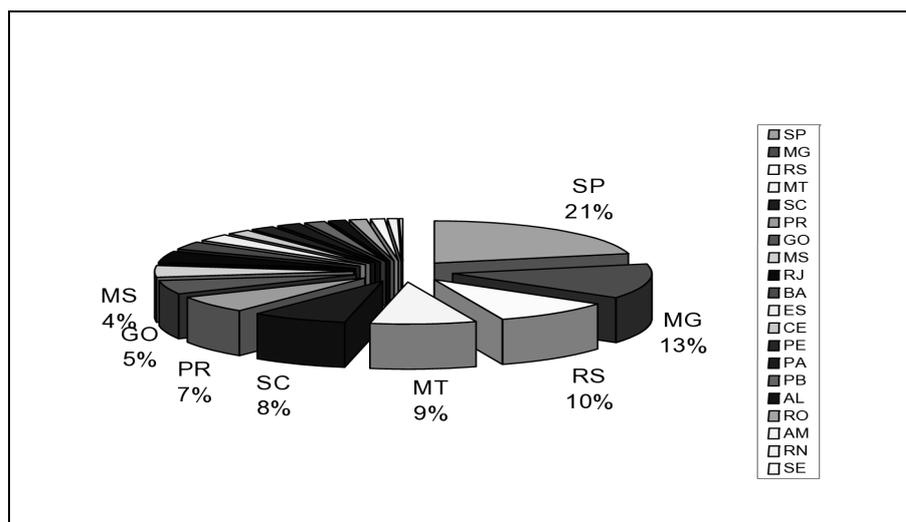
4.4 Caracterização dos projetos de MDL no Brasil

Atualmente, segundo dados emitidos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em 29 de julho de 2008, um total de 3.562 projetos encontravam-se em alguma das fases do ciclo de projetos do MDL, sendo 1.092 já registrados pelo Conselho Executivo do MDL e 2.470 em outras fases do ciclo. O Brasil ocupa o terceiro lugar em número de atividades de projeto, com 295 projetos (8%), sendo que, em primeiro lugar, se encontra a China com 1.244 e, em segundo, a Índia com 1.016 projetos. A maior parte dos projetos desenvolvidos no Brasil está na geração de energia renovável (49%), suinocultura (16%) e aterros sanitários (11%).

No Brasil, como pode ser observado na Figura 2, São Paulo foi o estado brasileiro que mais contribuiu com projetos de MDL, correspondendo a 21% do total desses projetos, seguido por Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Figura 2

Distribuição percentual de atividades de projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil — 2008



FONTE: BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0025/25139.pdf>. Acesso em: ago. 2008.

NOTA: Total de 295 projetos.

A Figura 3 identifica qual a tipologia dos projetos de MDL vem sendo apresentada ao MCT no Brasil.

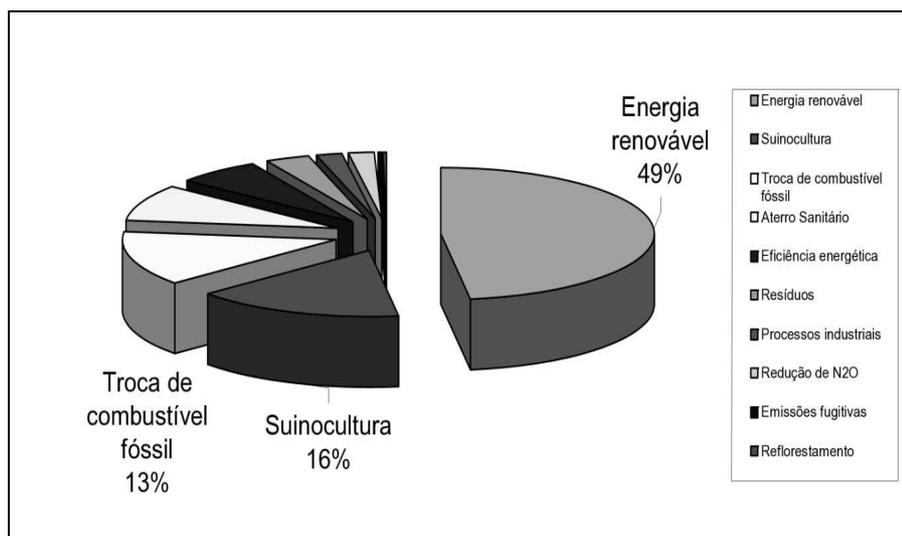
Observa-se que os projetos que tratam da questão energética estão contemplados de diversas formas, na maioria dos itens que foram identificados como os mais promissores para a realização de projetos de MDL.

Diante do cenário brasileiro e mundial de projetos de MDL e dos dados divulgados pelo MCT, alguns projetos foram considerados mais oportunos, como o aproveitamento de resíduos sólidos e de biogás residual, a cogeração por biomassa, a energia eólica, a energia solar, os programas de eficiência energética e o biodiesel.

A implementação de políticas energéticas que priorizem a elevação da eficiência energética e fontes alternativas de geração de energia com menores danos ao meio ambiente já é uma realidade, segundo dados do Ministério da Ciência e Tecnologia (BR, 2008). Essas políticas podem ser vislumbradas principalmente nos países em desenvolvimento que utilizam tecnologias intensivas em carbono, já que suas matrizes energéticas são compostas por 80% de combustíveis fósseis, maiores emissores de CO₂ quando sofrem combustão.

Figura 3

Distribuição percentual de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, por escopo setorial, no Brasil — 2008



FONTE: BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0025/25139.pdf>. Acesso em: ago. 2008.

NOTA: Total de 295 projetos.

Pesquisas recentes (IPCC, 2008) reforçam e apontam a importância de práticas que obtenham essa maior eficiência energética, reduzindo as emissões de GEE concomitantemente com a redução do desperdício de energia, que, por conseguinte, têm demonstrado o quanto as políticas ambientais estão priorizando essa atividade.

De forma conjunta a essa preocupação, alia-se o aumento da demanda mundial de energia. Cenários foram construídos para o ano de 2030 pelo International Energy Agency (2000) no que tange à demanda por energia, indicando que esta vai dobrar, passando de nove milhões de toneladas de óleo equivalente (toe)⁷ no ano 2000 para 18 milhões de toe no ano de 2030.

Fatores como o crescimento populacional dos países em desenvolvimento e uma taxa média de crescimento econômico crescente contribuirão para esse

⁷ Refere-se à mesma quantidade de energia produzida por gás natural, carvão, energia nuclear e outras energias renováveis.

aumento da demanda de energia, o que traz consigo a ameaça à segurança no suprimento energético mundial. De forma análoga, não se pode deixar de advertir que também esse aumento previsto no consumo de energia, que é composta basicamente por combustíveis fósseis, gerará ainda mais GEE, contribuindo para a elevação da temperatura da terra.

Sendo assim, formas alternativas de geração de energia vêm sendo estudadas, e, dentre elas, algumas vêm ganhando destaque no cenário mundial, como o armazenamento geológico de CO₂, pois, de forma concomitante, contribui para a redução de emissão de CO₂ para a atmosfera, bem como para a geração de energia mais limpa.

4.5 Novas tecnologias para a redução de GEE

Além das formas mais conhecidas e mencionadas até o presente momento para a redução das emissões de GEE (incluindo projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), existe uma alternativa promissora para a captura e armazenamento do CO₂, principal gás causador do efeito estufa. Tal tecnologia refere-se ao sequestro geológico de carbono.

O armazenamento geológico de CO₂, segundo relatório do Carbon Dioxide Capture and Storage (n. d.), consiste na captura de CO₂ de fontes estacionárias (indústrias, termelétricas, etc.) e seu transporte e injeção em formações geológicas. Os possíveis locais de armazenamento desse gás são: aquíferos salinos profundos, reservatórios de óleo e gás e em camadas de carvão. Quando do armazenamento em carvão, permite a extração de metano naturalmente associado ao carvão como subproduto do processo, conhecido como Enhanced Coal Bed Methane Recovery with CO₂ (ECBM-CO₂). Assim sendo, o armazenamento geológico está baseado no princípio de devolver o carbono para o subsolo, isto é, fazer retornar o excesso de carbono (na forma de CO₂) emitido pela queima de combustíveis fósseis para reservatórios geológicos, ficando este retido nos espaços porosos de rochas sedimentares.

Vislumbrando a possibilidade da realização de ECBM-CO₂ no Brasil, estudos indicam o Rio Grande do Sul com possibilidade de desenvolver um projeto dessa magnitude, como, por exemplo, na Jazida de Charqueadas, pois apresenta as características, em princípio, necessárias a sua realização, como descrito em Correa da Silva (Silva, 1984).

Deve ser destacado também outro fator primordial para a execução do armazenamento geológico, que é a proximidade da fonte estacionária fornecedora do CO₂ a ser injetado. De acordo com Ketzner (2007), o Polo Petroquímico de Triunfo é um potencial candidato nesse sentido, primeiro por poder fornecer o

CO₂ ao processo, e segundo por utilizar como combustível o gás natural advindo da Bolívia, o qual pode vir a ser fornecido pelo processo de ECBM-CO₂.

5 Aspectos importantes a serem considerados sobre o Protocolo de Quioto pós-2012

O prazo de vigência do Protocolo está se extinguindo (2008-2012), e as autoridades responsáveis por trabalhar em sua renovação estão em plena negociação. O complexo jogo político de negociações não avança muito, motivo pelo qual o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alerta os governos e a sociedade sobre os impactos das alterações climáticas, as quais são irreversíveis, demonstrando, assim, que os governos e os governantes, de modo geral, devem tomar medidas concretas imediatamente.

Analisando os reais efeitos da implementação das atividades propostas no Protocolo de Quioto, projeções da ONU (UN, 2008) indicam que as nações ainda não cumprem o que foi acordado. Apesar disso, em Bali, na Conferência das Partes 13, os países europeus insistiram na necessidade de reduzir as emissões entre 25% e 40% até 2020.

Também foi enfatizada a importância da cooperação tecnológica entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, de modo que os últimos possam crescer sem que isso implique degradação ambiental. Dos países em desenvolvimento, uma das principais novidades foi a criação de um “fundo de adaptação”, que será gerido pelo Global Environment Facility (GEF). Dado que os recursos para esses projetos serão obtidos por meio da cobrança de taxas nas transações do mercado de crédito de carbono, é de fundamental importância o investimento em estudos de novas tecnologias que venham a ser implementadas e que contribuam para a redução e mitigação dos gases causadores do efeito estufa.

De acordo com os autores do relatório do Banco Mundial, as tecnologias atualmente existentes são capazes de reduzir a emissão de GEE em torno de, no máximo, 30% dos níveis atuais, não sendo, portanto, capaz de atender à demanda que trata das soluções para os problemas ambientais latentes.

Dentre todos esses assuntos tratados na Conferência das Partes 13, realizada em Bali, o que encerra a discussão é o fato de ter sido estabelecido o ano de 2009 como prazo final do processo de negociação que vem a definir o quadro pós-2012 do Protocolo de Quioto.

De forma a esclarecer como vem sendo tratada a renovação do Protocolo de Quioto, foram elencados os princípios políticos que nortearão, conforme definido

em Bali, no Relatório da COP 13, as negociações da nova rodada para o período pós- 2012, descritas como segue:

- a) os países desenvolvidos devem ser objeto de maiores reduções de emissões. Novos países desenvolvidos, como Coreia do Sul, Cingapura e Arábia Saudita, devem juntar-se ao grupo dos países desenvolvidos atualmente abrangidos por metas;
- b) os países em desenvolvimento deverão reduzir as suas emissões comparado com um cenário sem esforço, através de novas e efetivas formas de cooperação e implementação tecnológicas;
- c) os países mais pobres e vulneráveis devem ser auxiliados, no processo já inevitável, de adaptação à mudança climática.

Dessa maneira, observa-se que a continuidade do Protocolo de Quioto é iminente, sendo, para tanto, imprescindíveis ajustes, visto que o objetivo não é somente sua prorrogação, mas a adesão e comprometimento de um número maior de países, bem como a elevação de suas taxas de redução de emissão de GEE.

6 Considerações finais

O presente artigo reúne os principais debates sobre o desenvolvimento sustentável e as questões que envolvem o meio ambiente associadas ao Protocolo de Quioto. Mesmo tendo sido alvo de estudos e discussões desde a década de 60, pode-se afirmar que a temática ambiental ganhou dimensão global com a implementação do Protocolo de Quioto, graças à adesão de mais de 50 países. O comprometimento desses países com a redução nas emissões de gases de efeito estufa, tendo como contrapartida a possibilidade de obtenção de créditos de carbono por essas reduções, criou um mercado para transações envolvendo créditos de carbono que vem constituindo um dos instrumentos econômicos de gestão do meio ambiente dos mais originais e promissores, embora controverso.

No ano de 2008, o mercado de créditos de carbono foi responsável pela movimentação de mais de US\$ 70 bilhões no mercado mundial, o que sinalizou para as potencialidades dessa atividade no aspecto econômico, trazendo consigo incentivos a novos investimentos nessa área, o que pode resultar em benefícios no aspecto ambiental.

As dimensões mundiais do Protocolo de Quioto ganharam essa proporção em decorrência da criação do mercado de créditos de carbono, o que gerou, conseqüentemente, maior interesse financeiro. Com isso, viabiliza-se a implantação de atividades que reduzam as emissões dos GEE, capazes de garantir aos países signatários o cumprimento de suas metas, implementando tecnologias menos poluentes.

O Brasil, em relação ao cenário mundial, vem ocupando o terceiro lugar no envio de projetos de MDL, sendo responsável por mais de 290 projetos, dos quais 60 já obtiveram créditos de carbono.

Contudo, é preciso deixar claro que as tecnologias existentes atualmente não são capazes de atender às exigências do meio ambiente, no que trata da mitigação de GEE. Para tanto, as decisões a serem tomadas devem contemplar também o investimento em novas tecnologias capazes de reduzir as emissões dos GEE. Para isso, já se conta com o apoio de instituições internacionais, como é o caso do Global Environment Fund (GEF), criado pela própria ONU.

Uma dessas novas tecnologias em destaque é o armazenamento geológico de CO₂, o qual foi destacado neste trabalho. Essa é uma tecnologia que vem ganhando destaque no cenário mundial, principalmente pela sua capacidade de devolver uma grande quantidade de CO₂ ao subsolo.

O que sobressai a partir do estudo aqui apresentado parece ser a inevitabilidade das exigências acerca das questões ambientais, especialmente em relação às emissões de GEE, dado que esse constitui um problema ambiental global legitimado nessa escala. Nesses termos, a continuidade do Protocolo de Quioto também parece ser iminente, bem como o aumento do grupo de países com compromissos de redução. Em tal cenário, observam-se duas frentes de reflexão e análise sobre as possibilidades futuras do desenvolvimento sustentável. A primeira relacionada às imensas possibilidades abertas ao desenvolvimento tecnológico, científico e econômico em decorrência das mudanças exigidas nos atuais padrões técnicos e produtivos. A segunda por expor as limitações atuais que se tem em aspectos como a própria compreensão do que consiste o desenvolvimento “sustentável” e sobre quais são os instrumentos e ferramentas mais adequados para se fazer a gestão do meio ambiente. A própria agenda mundial de debates sobre o assunto ilustra essa dificuldade ao, sistematicamente, mostrar a dificuldade de consensos e acordos nas negociações que envolvem a temática ambiental.

Referências

ACOT, P. **História da ecologia**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro; MELLO, Claudia dos S.; CAVALCANTI, Yara. **Gestão ambiental**. São Paulo: Thex, 1996.

ALMEIDA, Luciana Togueiro de. **Política ambiental: uma análise econômica**. São Paulo: Unesp, 1998.

AUKLAND, L. et al. **Criando as bases para o desenvolvimento limpo — preparação do setor de gestão de uso da terra:** um guia rápido para o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL). Londres: IIED, 2002. 40 p.

BANCO MUNDIAL. **Carbon credits report**, 2008. Disponível em: <http://www.bancomundial.org.ar/lfg/default_po.htm>. Acesso em: maio 2008.

BANCO MUNDIAL. **State and trends of the Carbon Market 2008**. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/>>. Acesso em: ago. 2008a.

BELLEN, Hans Michel. **Indicadores de sustentabilidade:** uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BIELSCHOWSKY, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento na Cepal**. Rio Janeiro: Record, 2000.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0025/25139.pdf>. Acesso em: ago. 2008.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Mudanças climáticas:** guia de projetos de MDL no Brasil, 2006. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: out. 2008a.

CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM — CDM. **Guide to the Clean Development Mechanism:** putting the Marrakech Accords into practice. New York, Geneva: United Nations, 2003.

COBB, C.; GOODMAN, G. S.; WACKERNAGEL, M. **Why bigger isn't better:** the genuine progress indicator — 1999 update. San Francisco, CA: Redefining Progress, 1999.

COSTA, C. J. **Mecanismo de desenvolvimento limpo:** instrumento indutor do desenvolvimento sustentável e da adoção de energias renováveis nos países em desenvolvimento? Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/sustentabilidade/index.htm>. Acesso em: 6 ago. 2008

DALY, H. E.; COBB JR., J. B. **Para el bien común:** reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible. México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1989.

DALY, H. E. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just and sustainable. **Ecological Economics**, n. 6, 1992.

FOLADORI, Guillermo. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas: Unicamp, São Paulo: Imprensa Oficial, 2001.

HARTE, M. J. Ecology, Sustainability and environment as capital. **Ecological Economics**, n. 15, p. 157-164, 1995.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change**, 2001. Disponível em: <<http://books.google.com/books>>. Acesso em: jun. 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. SPECIAL REPORT 2007 — IPCC. **Carbon dioxide capture and storage**. Disponível em: <http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/>. Acesso em: set. 2008a.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY — IEA. Greenhouse Gas R&D Programme. **Storing CO2 Underground**, 2000.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE — IPCC. **Guidelines for national greenhouse gases inventories**. Paris, 1997.

KETZER, João M. ARBMAP — Mapa brasileiro de seqüestro de carbono, 2007.

MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria C.; VINHA, Valéria da. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

MEADOWS, D. et al. **The limits to growth: a report for the Club of Roma's project on the predicament of Mankind**. Londres: Potomac, 1972.

MENDES, Francisco E.; MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Instrumentos econômicos para o controle ambiental do ar e da água: uma resenha da experiência internacional**. Rio de Janeiro: IPEA, 1997. (Texto para discussão, n. 479).

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Economia e Desenvolvimento**, n. 16, 2004.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2004.

MOREIRA, H. M.; GIOMETTI, A. B. R. O Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no mecanismo de desenvolvimento limpo por meio de projetos de energia limpa. **Contexto Internacional**, v. 30, n. 1, jan./abr. 2008.

MOTTA, R. S. et al. **Mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2000. (Texto para discussão, n. 761).

NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Mauricio de C. **Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito**. Brasília: IBAMA, 2002.

PEARCE, D. W.; ATKINSON, G. D. Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of weak sustainability. **Ecological Economics**, v. 8, p. 106, 1993.

PEREIRA, André S.; MAY, Peter H. Economia do aquecimento global. In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria C.; VINHA, Valéria da. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

PINHEIRO, Flavio Cotrim. Mudança global do clima: ciência e políticas públicas. **Revista Ciências Moleculares**, n. 2, dez. 2005.

PROTOCOLO DE QUIOTO. Disponível em: <<http://www.onu-brasil.org.br>>. Acesso em: 2 abr. 2008.

RELATÓRIO de Brundtland, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acesso em: maio 2008.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do Modelo CERT**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-13052003-163913>>. Acesso em: abr. 2008.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentado e agricultura. In: MAIMON, D.; VIEIRA, P. (Org.). **As ciências sociais e a questão ambiental: rumo à interdisciplinaridade**. Belém: APED Universidade Federal do Pará, 1993.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Economia ou economia política da sustentabilidade?** Campinas: IE/UNICAMP, 2001. (Texto para discussão, n. 112).

ROTILLON, Gilles. **Faut-il croire au développement durable?** Paris: L'Harmattan, 2008.

RUTHEFORD, I. Use of models to link indicators of sustainable development. In: MOLDAN, B. BILHARZ, S. (Ed.). **Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development**. Chichester: Wiley & Sons, 1997.

SACHS, I. **Eco desenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

SANTIN, Maria Fernanda. **Os impactos da demanda por créditos de carbono sobre o mercado de certificações de reduções de emissões no Brasil, no âmbito do Protocolo de Quioto**. Porto Alegre: Pontifícia Católica do Rio Grande do Sul, 2007.

SILVA, Z. R. Corrêa da. Caracterização petrológica e tecnológica das camadas de carvão da jazida de Charqueadas do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. **Anais...** Rio de Janeiro, 1984.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de gestão ambiental** — fundamentos e prática. São Carlos: Riani Costa, 2000.

TURNER et al. **Environmental economics: an elementary introduction**. New York: Harvester Wheatsheaf, 1994.

UNITED NATIONS. **Framework Convention on Climate Change**. New York, 1992. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>. Acesso em: 20 ago. 2008.

UNITED NATIONS. 2004. Disponível em: <<http://www.state.gov/p/io/rls/rpt/c11937.htm>>. Acesso em: jun. 2008.