

TECNOLOGIAS MAIS LIMPAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL: CONTRIBUIÇÃO DE PROJETOS DE MDL

Antônio Costa Silva Júnior^a e José Célio Silveira Andrade^b

^a Doutor em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Professor dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis da UNIJORGE e Faculdade Castro Alves e Pesquisador do Grupo de Pesquisa do NPGA/UFBA “Governança Ambiental Global e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”. antonio.costa@petrobras.com.br

^b Professor Associado da Escola de Administração da UFBA e Coordenador do Grupo de Pesquisa do NPGA/UFBA “Governança Ambiental Global e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”. celiosa@ufba.br

Palavras-chave:

Tecnologias mais Limpas;
Desenvolvimento
Sustentável; Mecanismo
de Desenvolvimento
Limpas – MDL.

Resumo Este artigo tem como objetivo avaliar as contribuições de projetos de MDL para a geração de tecnologias mais limpas e promoção do desenvolvimento sustentável no Brasil. Para isto, foram selecionados 10 casos representativos da realidade brasileira, e adotou-se uma estratégia metodológica de estudo multicase onde foi utilizada a técnica de triangulação de dados e posterior análise à luz de um modelo construído à partir dos conceitos de ciclo de projetos de MDL, transferência tecnológica, tecnologias ambientais e desenvolvimento sustentável. Os resultados encontrados demonstram o predomínio de projetos que: a) utilizam tecnologias ambientais eminentemente *end-of-pipe* ou em estágio de transição para tecnologias mais limpas; b) apresentam perfis *single* ou *double bottom-line* quanto ao desenvolvimento sustentável; c) apresentam transferência de tecnologia predominantemente endógena, com a aquisição ou desenvolvimento no Brasil da maioria do *know-how* e equipamentos utilizados. Conclui-se, portanto, que os projetos brasileiros de MDL estudados, apesar de terem apresentado alta incidência de transferência predominantemente endógena de tecnologia, contribuem de forma modesta e ainda incipiente para a geração de tecnologias mais limpas e para o desenvolvimento sustentável na visão *triple-bottom-line*.

Keywords

Cleaner Technology;
Sustainable Development;
Clean Development
Mechanism - CDM;

Abstract

This paper evaluates the contribution of ten Clean Development Mechanism (CDM) projects for the generation of cleaner technologies and the promotion of sustainable development in Brazil. The results of this multiple-case study demonstrate the prevalence of projects that: a) use end-of-pipe technologies; b) have a single or double bottom line profile with regard to sustainable development; c) show endogenous technology transfer, with the acquisition/development of most of the know-how and equipment in Brazil. In short, this paper defends Brazilian CDM projects make only a modest contribution to cleaner technology generation and to the promotion of triple bottom line sustainable development.

1 INTRODUÇÃO

O aumento das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE)¹ está causando alterações de temperaturas superiores à variação natural que sempre afetou o clima, gerando uma mudança que se atribui ao “aquecimento global”. Em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (MWO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) criaram o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) com o objetivo de reunir os principais cientistas do mundo para a elaboração de pesquisas para o fornecimento de valorações, em escala internacional, sobre os efeitos potenciais da evolução do clima (GRAU-NETO, 2007).

A partir dessas avaliações, em 1997, durante a 3ª Conferência das Partes (COP-3), a comunidade internacional criou o Protocolo de Kyoto, um acordo multilateral que estipula metas concretas de redução na emissão de GEE por parte dos países desenvolvidos, integrantes do Anexo I (Ventura, 2008). Esse protocolo prevê mecanismos de flexibilização a serem utilizados para garantir o cumprimento dos compromissos da Convenção, que são: a implementação conjunta (JI – *Joint Implementation*), que permite que países industrializados compensem suas emissões financiando projetos de redução em outros países industrializados; o Comércio de Emissões (CE), que permite aos países trocarem suas emissões permitidas; e os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permitem que os países industrializados alcancem suas metas individuais por meio de projetos implantados em países em desenvolvimento (GOLDEMBERG, 2005).

O MDL torna-se especialmente importante no cenário mundial, tendo em vista ser o único que permite a participação dos países em

desenvolvimento. Para que as atividades propostas pelos projetos de MDL sejam consideradas elegíveis, devem ser observados alguns critérios, entre os quais, a contribuição do mesmo para o desenvolvimento sustentável do país onde for implementado, através da transferência de tecnologias ambientalmente seguras (VENTURA, 2008).

1.1 Problema de Pesquisa e Objetivos

Assim, considerando que um dos principais objetivos do MDL é fomentar o desenvolvimento sustentável nos países do não-Anexo I, mediante a transferência de tecnologias ambientalmente seguras, e partindo do pressuposto que a geração de tecnologias mais limpas é a estratégia mais eficaz para o atingimento deste objetivo, este artigo surgiu do seguinte problema de pesquisa: estará o MDL sendo eficaz no fomento ao desenvolvimento sustentável e na geração de tecnologias mais limpas no Brasil?

Esta análise torna-se especialmente importante considerando-se que, atualmente, o Brasil é o terceiro maior proponente de projetos de MDL no mundo (6%), estando atrás apenas de China (39%) e Índia (27%). Até junho de 2011, existiam 499 projetos em alguma fase do ciclo de MDL no Brasil, desses 67% tem como objetivo reduzir CO₂, 32% CH₄, 1% N₂O e 0,4% PFCs. Esses projetos concentram-se nos escopos setoriais de energia renovável (52,3%), suinocultura (15,4%), substituição de combustível fóssil (9,2%), aterros sanitários (7,6%), eficiência energética (6,0%), resíduos (4,2%), processos industriais (2,8%), emissões fugitivas (0,8%), redução de N₂O (1,0%) e reflorestamento (0,7%). As regiões brasileiras com maior número de projetos de MDL são: Sudeste, Sul e Centro Oeste, apresentando respectivamente 37%, 26% e 16%

¹ Grupo formado pelo Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Perfluorcarbonos (PFCs), Hidrofluorcarbonos (HFCs) e Hexafluoreto de Enxofre (SF₆) e que apresentam diferentes Potenciais de Aquecimento Global (GWP, em inglês) tendo sempre como referência o CO₂. Assim, por exemplo, o GWP do CH₄ é 23 tCO₂e/tCH₄, o GWP do N₂O é 296 tCO₂e/tCH₄, etc.

do total; os 21% restantes são distribuídos entre as regiões Nordeste e Norte. Já quanto aos países do Anexo I compradores dos créditos de carbono oriundos dos projetos brasileiros, destacam-se Reino Unido, Suíça, Holanda, Nova Zelândia e Japão que, com exceção da Suíça, são países ilhas ou localizados em regiões abaixo do nível do mar, vulnerabilidades que justificam o interesse desses países em financiar este tipo de projeto (MCT, 2011).

Outro aspecto que merece destaque é a escassez de produção científica sobre o tema tanto nas literaturas internacional e nacional. Poucos trabalhos se propõem a avaliar a eficácia dos projetos de MDL para o desenvolvimento sustentável e a geração de tecnologias mais limpas nos principais países hospedeiros desses projetos, como por exemplo, o Brasil, justificando-se assim a realização deste artigo. Dentre esses, pode-se destacar as pesquisas preliminares feitas por Silva-Júnior *et al.* (2009) que, ao analisarem 75 DCPs (Documentos de Concepção de Projetos) de projetos de MDL implantados no Brasil, defendem que a contribuição do MDL para a promoção de tecnologias limpas e desenvolvimento sustentável no país ainda é bastante modesta, apesar do grande número de projetos. Diante do exposto e considerando que o trabalho de Silva-Júnior *et al.* (2009) utilizou somente análise documental, este artigo objetiva analisar, com mais profundidade, a contribuição de 10 projetos brasileiros de MDL no tocante à promoção do desenvolvimento sustentável e de tecnologias mais limpas.

2 Revisão da Literatura

Visando à construção do modelo de análise utilizado neste artigo, descreve-se o ciclo de implementação de um projeto de MDL (item 2.1); discute-se a transferência de tecnologias ambientalmente seguras para países hospedeiros de projetos MDL (item 2.2); analisa-se os tipos de tecnologias ambientais: *end-of-pipe* versus tecnologias limpas (item 2.3); e finalmente, discute-se o conceito de desenvolvimento sustentável na visão *triple-bottom-line* (item 2.4).

2.1 Ciclo do Projeto de MDL

De acordo com MCT (2008), para que os projetos sejam aprovados pelo Conselho Executivo de MDL (CEMDL), resultando em Reduções Certificadas

de Emissões (RCEs), suas atividades devem, necessariamente, passar pelas sete etapas do Ciclo do Projeto, quais sejam: a) elaboração de Documento de Concepção de Projeto (DCP); b) validação por Entidade Operacional Designada (EOD), verificando-se se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Kyoto; c) aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND), no Brasil representada pela Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima (CIMGC); d) submissão ao Conselho Executivo, coordenado pela United Nations Framework on Convention Climate Change (UNFCCC) para registro do projeto; e) Monitoramento de todos os dados necessários para calcular a redução das emissões de GEE, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP; f) Verificação/certificação, através de auditoria independente, para aprovar os cálculos acerca da redução de GEE; g) Emissão de RCEs de acordo com as reduções de emissões de GEE certificadas. Dessa forma, diferentes agentes apresentam papéis extremamente importantes, pois são responsáveis por instâncias de aprovação, de modo a assegurar a credibilidade do processo de certificação de créditos de carbono (SEIFFERT, 2009).

É justamente na primeira etapa desse ciclo, durante a elaboração do DCP, que os proponentes do projeto descrevem a atividade implementada, indicam os participantes nela envolvidos, detalham a metodologia e linha de base adotadas, relataram os cálculos de redução ou remoção de GEE da atmosfera e apresentam o plano de monitoramento que será utilizado, entre outras informações importantes. Também nessa etapa, os proponentes apresentam as contribuições do projeto para o desenvolvimento sustentável e os papéis desempenhados pelos *stakeholders*. Assim, as informações prestadas pela organização proponente no DCP são indispensáveis para a verificação, tanto por parte da AND quanto do CEMDL, sobre a elegibilidade do projeto (MCT, 2008). Lopes (2002) afirma que, além do critério da adicionalidade, uma condição básica para a aprovação do projeto é a obrigatoriedade de comprovação de que as opiniões dos *stakeholders* foram consideradas para a sua elaboração. Assim, os projetos de MDL devem levar em consideração as opiniões emanadas por esses *stakeholders* de forma a criar um mapa de influência dos mesmos (ESTY e WINSTON, 2006).

Vale ressaltar que nos DCP, os proponentes apresentam também informações sobre a influência

de políticas públicas para o financiamento do projeto, sobre as motivações que as levaram a propor os projetos e as principais barreiras encontradas para seu desenvolvimento. Para Vela e Ferreira (2005), a proposição de um projeto de MDL envolve altos custos de transação, além de riscos e incertezas, representando possíveis barreiras para sua plena utilização no Brasil e demais países em desenvolvimento. Dessa forma, como possíveis minimizadores desses custos, riscos e incertezas, os autores citam fundos criados para a compra e venda de créditos de carbono, a exemplo da *Carbon Facility*, e a utilização de políticas de financiamentos públicos. Na opinião de Telesforo e Loiola (2009), o apoio governamental, não apenas na forma de financiamentos, mas, principalmente, de políticas públicas de fomento ao MDL, é imprescindível para o pleno desenvolvimento desta modalidade de projeto no Brasil. Essas políticas seriam também importantes para incentivar a geração/transferência de tecnologias mais limpas nos países hospedeiros de projetos de MDL como o Brasil, conforme discutido no item 2.2, a seguir.

2.2 Transferência Tecnológica

Na agenda ambiental global, a questão da transferência de tecnologia tem desempenhado um papel central na ecológica Norte-Sul. Normalmente, carrega consigo a noção de cessão de conhecimentos dos mais desenvolvidos (países do Norte) ao menos desenvolvidos (países do Sul). Acredita-se que países com conhecimento e domínio já consolidados em tecnologias ambientalmente seguras deveriam transferi-los a países com pouca ou nenhuma capacidade tecnológica instalada nessa área, visando diminuir o fosso de conhecimento e capacitação tecnológica Norte-Sul (ESTY e IVANOVA, 2002; LE PRESTRE, 2005).

Portanto, o Protocolo de Kyoto pretende incentivar para que esse processo ocorra das nações do Anexo I para as pertencentes ao não-Anexo I, uma vez que somente os países em desenvolvimento podem implementar projetos de MDL a fim de gerarem RCE para serem adquiridas por nações desenvolvidas. Dessa forma, Schneider *et al.* (2008) acreditam que a transferência de tecnologia se reveste como um aspecto estratégico para a promoção de tecnologias ambientalmente seguras e para o desenvolvimento de um país. Analisando-se o artigo 10 do Protocolo de Kyoto e, em particular, seu item (c) percebe-

se que o elemento transferência de tecnologia faz parte do escopo desse instrumento de governança ambiental global, pois as partes “devem cooperar na transferência ou no acesso a tecnologias, *know-how*, práticas e processos ambientalmente seguros relativos à mudança do clima, em particular para os países em desenvolvimento” (BRASIL, 2004, p. 27). O IPCC define a transferência de tecnologia como: “*a broad set of processes covering the flows of know-how, experience and equipment for mitigating and adapting to climate change*” (SERES, 2007, p.2-3).

Assim, o presente artigo considera que a transferência de tecnologia pode ser tanto exógena como endógena ou de ambos os tipos. A transferência tecnológica é classificada como exógena nos casos onde o processo ocorre de países do Anexo I para países não-Anexo I. Já a transferência é considerada endógena quando a tecnologia é desenvolvida nos próprios países do não-Anexo I, como o Brasil, e replicada de forma doméstica entre setores produtivos, regiões e estados desses países. (ZHAO e REISMAN, 1992; KANAI, 2008).

Já quanto a forma, este artigo defende que a transferência de tecnologia em projetos de MDL pode ocorrer de acordo com as seguintes modalidades (TIGRE, 2006; KANAI, 2008; RADOSEVIC, 1999; DECHEZLEPRÊTRE *et al.*, 2009): a) contratos de transferência de tecnologia, licenças e patentes, parcerias com universidades, centros de pesquisa, órgãos públicos, alianças estratégicas, *joint-ventures*, subcontratação para desenvolvimento de fornecedores locais de máquinas e equipamentos, etc; b) tecnologia incorporada na importação de máquinas, equipamentos e softwares; c) conhecimento codificado (*know-how*) em manuais de operação, softwares aplicativos, cursos e programas de treinamento práticos; d) conhecimento tácito através de contratação de consultorias, assistência técnica, estágios e qualificações visando possibilitar a transferência de componentes tácitos do *know-how*; e) aprendizado cumulativo (*learning by doing*): processo de mudanças e aperfeiçoamento da tecnologia pelos países hospedeiros através do aprender fazendo e testando; f) desenvolvimento tecnológico próprio: esforços de P, D & I, engenharia reversa e experimentação nos países hospedeiros.

De acordo com os estudos de Ellis *et al.* (2007), Blackman (1999) e Rosemberg (2006), no processo de desenvolvimento de projetos de MDL, existe uma preferência por países hospedeiros com boas oportunidades de implantação de projetos de

redução de GEE, bom nível de desenvolvimento tecnológico, capital humano e de infra-estrutura e que, principalmente, tenham políticas ambientais relativamente avançadas. Isto explicaria, por exemplo, a concentração existente de projetos de MDL na Índia, China e Brasil. Assim, a análise de transferência tecnológica em projetos de MDL deve considerar portanto as assimetrias existentes entre os países do não-Anexo I, principalmente no que se refere aos níveis de capacitação e desenvolvimento tecnológicos próprios de cada país. Tais recursos diferem grandemente entre os países do não-Anexo I.

Logo, quando trazida, por exemplo, para a realidade brasileira, foco deste artigo – em que já se tem, em algumas áreas, uma capacidade tecnológica consolidada e/ou em estágio avançado de consolidação de tecnologias mais limpas (a exemplo das áreas de hidroeletricidade, biocombustíveis, co-geração de energia através de biomassa, entre outras) –, a noção de transferência exógena de tecnologias ambientalmente seguras através de projetos de MDL, como preconiza o Protocolo de Kyoto, perde sentido, e pode acabar favorecendo um modelo centrado na exportação, pelos países do Anexo I, de tecnologias ultrapassadas do ponto de vista ambiental: as tecnologias *end-of-pipe*. Isto é, tecnologias consideradas ambientalmente seguras, porém focadas no controle da poluição e na remediação dos impactos ambientais negativos decorrentes dos processos produtivos e não na prevenção e na eco-eficiência dos recursos naturais, conforme discutido no item 2.3, a seguir.

2.3 Tecnologias Ambientais: *end-of-pipe* versus tecnologia mais limpa

As tecnologias ambientais podem ser divididas em tecnologias de controle de poluição *end-of-pipe* e tecnologias mais limpas. As primeiras não alteram o sistema produtivo como tal, mas introduzem sistemas tecnológicos adicionais que capturam as emissões de poluentes a fim de diminuir o seu impacto sobre o ambiente. As tecnologias mais limpas, por sua vez, não buscam tratar a poluição após a sua emissão, mas evitar ou reduzir tais emissões antecipadamente. Seu foco é sobre as causas da degradação ambiental e não sobre os efeitos. As tecnologias mais limpas são fundadas no princípio de prevenção, ao passo que, as tecnologias

end-of-pipe, em princípio também consideradas ambientalmente seguras, pautam-se no princípio da correção (LENZI, 2006).

Para o WBCSD (2006), o uso de tecnologias mais limpas pode ser entendido como uma aplicação contínua de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia, pela não geração, minimização ou reciclagem de resíduos e emissões, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos. Sendo assim, as tecnologias mais limpas se caracterizam pela adoção de estratégias para reduzir, ou melhor, eliminar já na fonte a produção de qualquer tipo de poluição, e ao mesmo tempo racionalizar o uso de recursos naturais (princípio da eco-eficiência). Dessa forma, valoriza-se o conceito dos 3Rs: redução, reutilização e reciclagem.

Segundo Lagrega *et al.* (1994), a disposição da ordem dos 3Rs supracitados não é aleatória, pois quanto mais as tecnologias e práticas de produção mais limpas tendam para a redução da emissão de resíduos, mais estarão ligadas à redução na fonte, promovendo mudanças e inovações nos processos produtivos. Ao passo que, quanto mais as estratégias ambientais utilizadas atuem no tratamento de resíduos gerados pelos processos produtivos, elas tenderão a serem classificadas como *end-of-pipe*.

Assim, os projetos de MDL ao buscarem a redução dos resíduos na fonte, tenderiam a inovar os processos produtivos, através da eliminação de perdas, reduzindo não somente os impactos ambientais, como também os custos de produção. Logo, a difusão dessa estratégia ambiental inovativa pelos projetos de MDL levaria a uma maior utilização de tecnologias mais limpas, caracterizando uma situação de duplo dividendo, na qual os empreendimentos tornar-se-iam mais competitivas, e toda a sociedade seria beneficiada com a redução de impactos ambientais causados pela emissão de GEE (KIPERSTOK, 2003).

Por outro lado, de acordo com estudos de Schneider *et al.* (2008) e Wilkins (2002), projetos de MDL que possuem foco em tecnologias *end-of-pipe*, como por exemplo, queima de biogás gerado em aterros sanitários e/ou em tratamento de resíduos da criação de animais, fornecem menos riscos associados à transferência de tecnologia que projetos que promovam práticas de produção mais limpa. Isto se explicaria devido ao fato da maioria das tecnologias *end-of-pipe* serem consideradas de

prateleira e estarem amplamente disponíveis para compra no mercado, enquanto as tecnologias mais limpas necessitariam de um esforço adicional de P,D&I para o seu desenvolvimento.

Defende-se, portanto, o desenvolvimento de projetos de MDL que incentivem a geração de tecnologias mais limpas em lugar de projetos pautados na aplicação de tecnologias ambientais *end-of-pipe* visando tão somente a redução de custos de produção para os empreendedores. Entretanto, segundo Pearson (2007), projetos de MDL que promovem tecnologias mais limpas ainda não levam à diferenciação nos preços dos créditos de carbono e geram poucos créditos de carbono. Já os projetos de MDL que utilizam tecnologias ambientais *end-of-pipe* como, por exemplo, aterros sanitários geram altos volumes de créditos de carbono, simplesmente pela queima do biogás gerado pela decomposição da matéria orgânica, mas contribuem muito pouco para o desenvolvimento sustentável dos países hospedeiros pertencentes ao não-Anexo I. Argumenta-se, pois, que o fomento à geração de tecnologias mais limpas é a estratégia mais eficaz a ser utilizada pelos projetos brasileiros de MDL para contribuir com o desenvolvimento sustentável do país (ver item 2.4, a seguir).

2.4 Desenvolvimento Sustentável e *Triple Bottom Line*

Para Silva-Filho (1999), foi nos anos 70 que verificou-se o marco inicial da busca do desenvolvimento sustentável, estratégia utilizada com o intuito de trazer o equilíbrio necessário entre o crescimento econômico e a sustentabilidade socioambiental. Esse conceito – consagrado em 1987, no documento intitulado *Nosso Futuro Comum*, mais conhecido como Relatório Brundlant, elaborado pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) – está em constante construção e aprimoramento. Entretanto, os três componentes básicos desse novo modelo de desenvolvimento – social, econômica e ambiental (*triple-bottom-line*) – apresentam-se como recorrentes na literatura que trata do desenvolvimento sustentável.

De acordo com Farias (2007), o *triple-bottom-line* se constitui nas características centrais desse modelo de desenvolvimento: a elevação da qualidade de vida e da equidade social, representando

os objetivos sociais do modelo; a eficiência e o crescimento econômico, necessários, embora não suficientes, para o modelo; e a conservação ambiental, considerada uma condição decisiva para a sustentabilidade do modelo a longo prazo. Milani e Keraguel (2007) defendem a existência de certo consenso de que o conceito de desenvolvimento sustentável ancora-se no balanço existente entre as esferas ambiental, social e econômica, resguardando-se, ainda, a relação entre as presentes e futuras gerações. Para esses autores, a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável – desde sua concepção na década de 1970, e em particular em sua implementação em nível global, a partir da Rio 92 – apresenta muitos desafios para a convergência entre as ações locais e globais. É importante ter-se constantemente em mente que a busca pelo desenvolvimento sustentável não é um processo harmônico e sem conflitos de interesses, mas um processo de mudança de modelo de desenvolvimento no qual a exploração de recursos ambientais, a orientação de investimentos, os rumos das inovações tecnológicas e os novos arcabouços institucionais devem estar de acordo com as necessidades das atuais e futuras gerações (SOARES-NETO, 2004).

Assim, a busca de alternativas para o desenvolvimento dos países, de forma sustentável, vem sendo perseguida em âmbito global pelas Nações Unidas. O conceito de desenvolvimento sustentável não foi esquecido quando da formulação do Protocolo de Kyoto, como pode ser visto no artigo 12.1: “os projetos de MDL tem como um dos seus objetivos auxiliar os países não incluídas no Anexo I em alcançar o desenvolvimento sustentável e contribuir para o objetivo fim da Convenção Mundial do Clima.” (BRASIL, 2004, p.28). Já nos aspectos normativos, os compromissos com a promoção do desenvolvimento sustentável nos países hospedeiros se configuram como etapa obrigatória do ciclo de projetos candidatos ao MDL, conforme discutido anteriormente no item 2.1, tornando o *triple-bottom-line* um princípio para a elegibilidade destes projetos. Portanto, o seu não acolhimento é condição determinante para tornar um projeto inelegível.

Contudo, o Protocolo de Kyoto não explicita quais seriam os critérios dentro do princípio do *triple-bottom-line* a serem observados por cada país hospedeiro na avaliação do grau de contribuição dos projetos de MDL propostos, para o desenvolvimento

sustentável. Dessa forma, cada país define, por meio de sua AND, os critérios a serem utilizados. A AND brasileira, o CIMGC (2003), definiu, portanto, um conjunto de cinco critérios para verificar a contribuição dos projetos de MDL para o desenvolvimento sustentável das localidades direta ou indiretamente impactadas pelas suas atividades no país: a) contribuição para a sustentabilidade ambiental local: procura avaliar a mitigação dos impactos ambientais locais propiciada pelo projeto em comparação aos estimados no “cenário de referência”, ou seja, na situação existente na ausência do projeto; b) contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos: busca verificar o compromisso do projeto com responsabilidades sociais e trabalhistas, programas de saúde e educação, e defesa dos direitos civis. Verifica, também, as melhorias, em nível qualitativo e quantitativo, de empregos diretos e indiretos, comparando-se com o cenário de referência; c) contribuição para a distribuição de renda: analisa os efeitos diretos e indiretos sobre a qualidade de vida das populações de baixa renda, observando os benefícios socioeconômicos propiciados pelo projeto; d) contribuição para capacitação e desenvolvimento tecnológico: avalia o grau de inovação tecnológica do projeto, tanto em relação ao cenário de referência quanto às

tecnologias empregadas, em atividades passíveis de comparação com as previstas no projeto. Verifica, também, a possibilidade de reprodução da tecnologia empregada; e) contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores: essa medição pode ser realizada a partir da integração do projeto com outras atividades socioeconômicas na região de sua implantação.

Assim, esses critérios foram levados em consideração no âmbito dos componentes ambiental, econômico e social do *triple-bottom-line* utilizados para verificar a contribuição dos projetos de MDL estudados para o desenvolvimento sustentável no Brasil, conforme detalhado no item 3, a seguir.

3. Modelo de Análise e Procedimentos Metodológicos

Com base nos conceitos apresentados nas considerações teóricas, construiu-se o modelo de análise da pesquisa (Figura 01). Esse modelo explicita os constructos teóricos, as dimensões analíticas e os componentes empíricos utilizados para avaliar os projetos de MDL estudados e foi utilizado para operacionalizar a etapa de levantamento de dados da pesquisa e subsidiar a análise e interpretação dos resultados (QUIVY e CAMPENHOUDT, 1998).

Figura 1. Modelo de análise da pesquisa

Conceito	Dimensão	Componente
Projeto MDL	Ciclo do Projeto	Principais Barreiras
		Principais Motivações
		Influência de Políticas Públicas
		Papel dos Stakeholders
Tecnologia	Transferência Tecnológica	Existência e Tipo de Transferência de Tecnologia
		Forma de Transferência de Tecnologia
	Tecnologia Ambiental	Tipo de Tecnologia Ambiental
		Estratégia Tecnológica Ambiental Aplicada
Desenvolvimento Sustentável	Triple Bottom Line	Ambiental
		Econômico
		Social

Fonte: Elaboração própria

Adotou-se também, a estratégia metodológica de estudo de casos múltiplos, de caráter empírico, exploratório e qualitativo, para o estudo de 10 projetos de MDL, visto que a mesma possibilita o conhecimento do objeto na sua apresentação, significado e contexto onde se insere (YIN, 2001).

Para o delineamento da estratégia de pesquisa, consideraram-se três elementos: a delimitação das 10 unidades de caso; coleta de dados secundários (levantamento bibliográfico e documental) e primários (entrevistas e pesquisa de campo); seleção, triangulação, análise e interpretação dos

dados e discussão dos resultados à luz do modelo de análise construído.

Os projetos aqui estudados foram selecionados de um universo de 75 projetos aprovados pelo Conselho Executivo de Projetos de MDL no Brasil e que tiveram seus DCPs analisados por Silva-Jr *et al* (2009). Buscou-se selecionar 10 projetos que representassem a realidade do MDL no país. Assim, a Figura 02 apresenta a amostra do presente artigo com relação as suas respectivas categorias de atividade, redução de GEE e quantidade de energia gerada:

Figura 02 – Amostra da pesquisa

Categoria do Projeto	Número	Nome	Redução de GEE (tCO ₂ e/ano)	Energia Gerada (MW/ano)
Hidroelétricas e outras energias renováveis (eólica e biomassa)	5	Pedra do Cavalo/Votorantim, PCH Erval Seco, Rosa dos Ventos, Água Doce e Lages	335.571	622.015
Resíduos animais, aterros sanitários e destruição de N ₂ O	5	Sadia, Agrosuinos/Agcert, Vega, Nova Gerar e Fafen/Petrobras	1.894.712	102.240
Total	10		2.230.283	724.255

Fonte: Elaboração própria

Os dados secundários coletados nos 10 DCPs analisados para este artigo foram complementados com informações obtidas nos *websites* e documentos institucionais das organizações proponentes dos projetos. Já os dados primários foram obtidos através da realização de entrevistas semiestruturadas com os gestores dos projetos e de visitas técnicas aos sites dos 10 projetos aqui estudados. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas e as visitas aos sites dos projetos foram filmadas. Posteriormente, todos os dados foram confrontados mediante o uso da técnica de triangulação de dados proposta por Kopinak (1999), e tratados por meio de abordagens qualitativas de análise de conteúdo (BARDIN, 1977) com o objetivo de apresentar e interpretar os

resultados obtidos, validando-os com coerência e consistência, como pode ser visto no item 4.

4. Apresentação e Análise dos Resultados

Apresenta-se, a seguir, uma breve descrição dos 10 casos estudados, contendo informações elucidativas sobre as empresas proponentes e as atividades realizadas pelos projetos. Logo após, é mostrada a análise comparativa dos mesmos, com base nos 3 construtos teóricos do modelo de análise (ciclo do projeto de MDL, tecnologia e desenvolvimento sustentável) e as suas respectivas dimensões analíticas e componentes empíricos.

4.1 Apresentação dos Casos

Rosa dos Ventos: trata-se de um projeto de uma produtora independente de energia, atuando, desde o início de 2008, em dois parques de energia eólica: a Lagoa do Mato e a Canoa Quebrada, ambos no Ceará, com capacidade total instalada de geração de energia de 13,73 MW. Seu projeto de MDL prevê uma redução média de 17.814 tCO₂e/ano, entre 2008 e 2014, através da geração de 66.600 MW/ano de energia contratadas no âmbito do PROINFA – Programa de Incentivo à Fontes Alternativas de Energia Elétrica (ROSA DOS VENTOS, 2007).

Água Doce: assim como o Rosa dos Ventos, esse projeto de geração de 26.063 MW/ano de energia eólica, realizado pela empresa privada Central Nacional de Energia Eólica, deu-se no âmbito do PROINFA, na região Sul do país, na cidade de Água Doce/SC. Tendo o DCP elaborado pela empresa de consultoria Ecoenergy, o início de sua operação deu-se em 2004, mas o cômputo dos créditos, previstos para uma média anual de 13.704 tCO₂e/ano evitadas durante o período de 2006 a 2013, deu-se dois anos depois (ÁGUA DOCE, 2006).

Usina Hidrelétrica Pedra do Cavalo (UHEPC)/Votorantim: diferentemente dos dois primeiros projetos apresentados, o projeto Pedra do Cavalo foi desenvolvido pelo Grupo Votorantim, um dos maiores conglomerados industriais privados do país nos ramos de siderurgia e cimento. A relação do Grupo Votorantim com esse projeto de MDL iniciou-se em 2004, mediante uma concorrência pública promovida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), quando o Grupo tornou-se responsável pela execução do projeto UHEPC, situada no rio Paraguaçu, entre os municípios de Governador Mangabeira e Cachoeira, na Bahia. A atividade desse projeto MDL, que prevê uma redução de 59.485 tCO₂e/ano, constitui-se de uma central hidrelétrica, sendo que a barragem, o reservatório e a área inundada eram pré-existentes desde os anos 80. Nele, incluiu-se a construção de subestações elétricas e a instalação de turbinas de 160MW para a geração de 494.064 MW/ano de energia (GRUPO VOTORANTIM, 2006).

PCH Erval Seco: trata-se de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), situada no rio Guarita e operada pela BT Geradora de Energia Elétrica S.A, na cidade de Erval Seco, estado do Rio Grande do

Sul. O projeto aprovado em 2002 prevê a redução de 24.129 tCO₂e/ano e tem capacidade geração de 34.976 MW/ano, evitando com isso a importação de energia de outras regiões do Brasil de fontes não renováveis, como termelétricas e geradores a base de óleo combustível (BT GERADORA DE ENERGIA ELÉTRICA - PCH, 2005).

Lages: trata-se de um projeto operado pela Lages Bioenergética Ltda., produtora independente de energia, totalmente controlada pela Tractebel Energia. A empresa, localizada em Lages-SC, foi criada em 2002, com o objetivo de construir, operar e manter unidades de co-geração de energia elétrica e vapor, contendo um turbogerador com capacidade de geração de energia elétrica de 28 MW e vapor de 25 t/h, utilizando resíduos de madeira como combustível. O projeto de MDL desenvolvido pela empresa comercializa 312 MW/ano de eletricidade para a concessionária local de distribuição de energia e para clientes industriais ou consumidores livres. Já o vapor produzido na planta é fornecido para duas grandes indústrias madeireiras da região: Battistella e Sofia. A atividade prevê a redução de 220.439 tCO₂e/ano, através da combustão controlada de resíduos de madeira gerando, simultaneamente, eletricidade e vapor. Os resíduos de madeira são provenientes de diversas indústrias madeireiras que, de outra forma, seriam dispostos de maneira inadequada no meio ambiente (LAGES BIOENERGÉTICA Ltda, 2005).

Vega: trata-se de um projeto de MDL desenvolvido pela Vega Engenharia Ambiental S.A. em sua unidade Battre – Bahia Transferência e Tratamento de Resíduos S.A. O projeto implementado no município de Camaçari - BA, é um dos pioneiros no escopo setorial de aterros sanitários, visando à captação e queima controlada do biogás gerado pela decomposição de matéria orgânica. O projeto prevê a redução de 872.375 tCO₂e/ano e tem potencial de geração de 63.000 MW/ano de eletricidade, porém até o momento não gera energia à partir da queima do biogás (BATTRE, 2010).

NovaGerar: projeto desenvolvido pela NovaGerar EcoEnergia Ltda, *joint venture* formada entre a EcoSecurities, empresa de administração de finanças especializada em questões de mitigação de GEE, e a S. A. Paulista, empresa brasileira de engenharia civil e construção, com sede na cidade de São Paulo. O projeto prevê a redução de 359.390 tCO₂e/ano e geração de 39.240 MW/ano de energia elétrica a partir da queima do biogás gerado pela

decomposição da matéria orgânica de um aterro sanitário situado no município de Nova Iguaçu-RJ (NOVA GERAR Ltda, 2004).

Sadia: trata-se de um projeto de MDL desenvolvido pela Sadia em Chapecó-SC para tratamento de resíduos, provenientes das granjas de criação de suínos integradas na sua cadeia de fornecimento, através de biodigestores anaeróbicos e posterior queima dos GEE gerados em flares prevendo uma redução de 591.418 tCO₂e/ano (INSTITUTO SADIA, 2008).

Agrosuínos/AgCert: localizado no município de Mata de São João – BA, esse projeto foi desenvolvido pela Agcert para uma pequena granja independente com 6.500 suínos. Semelhante ao projeto da Sadia, prevê a redução de 14.163 tCO₂/ano através da instalação de biodigestor anaeróbico e combustão do biogás resultante da degradação dos dejetos suínos (Agcert, 2005).

FAFEN/Petrobras: esse projeto de MDL foi desenvolvido pela unidade da Petrobras denominada Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados da Bahia (FAFEN-BA), que produz fertilizantes nitrogenados e matérias primas para plantas petroquímicas. Localizado no Pólo Petroquímico de Camaçari – BA, o projeto visa a destruição catalítica do N₂O formado pelo processo de oxidação de amônia na planta de ácido nítrico da FAFEN-BA, com estimativa de redução de 57.366 tCO₂e/ano (FAFEN-BA, 2008).

4.2 Análise Comparativa dos Casos

Apresenta-se, agora, a análise comparativa dos 10 casos estudados à luz dos conceitos teóricos e dimensões do modelo de análise da pesquisa: ciclo do projeto de MDL; transferência tecnológica e tecnologia ambiental; desenvolvimento sustentável e *triple-bottom-line*.

4.2.1 Ciclo do Projeto de MDL

Os resultados encontrados na pesquisa quanto às principais barreiras e motivações, influência de políticas públicas e papel dos *stakeholders* durante os ciclos dos 10 projetos de MDL estudados são discutidos a seguir.

Observou-se que as principais barreiras identificadas durante os ciclos dos 10 casos foram: o risco de investimento a longo prazo, em virtude

dos custos elevados para o desenvolvimento dos projetos e da incerteza quanto ao futuro do Protocolo de Kyoto após 2012 (7 casos - Rosa dos Ventos, Água Doce, PCH-Erval Seco, Lages, Vega, Nova Gerar e Sadia); e problemas legais, institucionais e burocráticos (7 casos - Rosa dos Ventos, Água Doce, Pedra do Cavalo/Votorantim, PCH-Erval Seco, Vega, Nova Gerar e Sadia). No que se refere a essa última, constatou-se que a excessiva burocracia para emissão das licenças ambientais e a ausência de um arcabouço legal e institucional no país com regras claras para regular o recebimento dos recursos estrangeiros oriundos da venda das RCEs foram barreiras importantes transpostas pelos empreendedores dos projetos estudados. Outras barreiras também mencionadas foram a falta de fornecedores e de infra-estrutura locais (4 casos – Rosa dos Ventos, Água Doce, Lages e Sadia), resistências da comunidade local (3 casos – Rosa dos Ventos, Pedra do Cavalo/Votorantim e Nova Gerar) e pioneirismo na elaboração do projeto (4 casos - Rosa dos Ventos, Água Doce, Vega e Nova Gerar). Por outro lado, 2 casos pesquisados (Agrosuínos/Agcert e FAFEN/Petrobras) não enfrentaram grandes barreiras para a sua implementação. No caso do Agrosuínos, a própria AgCert providenciou todo o ciclo de aprovação do DCP e a infra-estrutura necessária para a implementação do projeto; no caso do FAFEN, a Petrobras S.A., através do CENPES, foi responsável pela especificação e compra do catalisador para destruição do N₂O junto a uma empresa alemã e dos equipamentos necessários no mercado nacional, assim como a contratação da consultoria norte-americana (MGM International Ltda) para apoio na elaboração do DCP.

Em 7 casos analisados (Rosa dos Ventos, Água Doce, Pedra do Cavalo/Votorantim, PCH-Erval Seco, Vega, Nova Gerar e FAFEN/Petrobras), o aspecto econômico, representado pela oportunidade de diversificação do negócio e entrada no mercado de carbono com rentabilidade, foi a principal motivação para a realização de projeto MDL. Em apenas 3 casos (Lages, Sadia e Agrosuínos/Agcert) ambos os aspectos (econômico e ambiental) foram preponderantes. Neste último caso, por exemplo, enquanto para a Agcert a rentabilidade foi decisiva para o desenvolvimento de projetos MDL para tratamento de resíduos de suínos tendo como público-alvo pequenos suinocultores não-integrados, para a Agrosuínos a melhoria do desempenho

ambiental e cumprimento da legislação foi elencada como principal motivação para a realização da parceria com a Agcert.

A diminuição da dependência da energia hidrelétrica pela diversificação da matriz energética do país foi identificada como um dos elementos motivadores em 4 casos: Rosa dos Ventos, Água Doce, Lages e Nova Gerar. Já a existência de políticas públicas nacionais de fomento ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia (PROINFA) também foi identificada como motivação em 2 casos ligados à energia eólica (Rosa dos Ventos e Água Doce), devido à baixa taxa de atratividade desse tipo de projeto no Brasil. O papel dos stakeholders para a implementação de projetos de MDL também foi um aspecto considerado relevante em 8 casos (Rosa dos Ventos, Água Doce, Pedra do Cavalo/Votorantim, PCH-Erval Seco, Nova Gerar, Lages, Sadia e Agrosuínos/Agcert), principalmente no que tange à pressões exercidas pelos órgãos de controle ambiental, integrantes de organizações da sociedade civil e comunidades locais.

4.2.2 Transferência Tecnológica e Tecnologia Ambiental

Os resultados encontrados na pesquisa quanto aos tipos e formas de transferências tecnológicas e de tecnologias ambientais adotadas pelos 10 casos estudados encontram-se apresentados sinteticamente a seguir.

Observou-se que, no tocante ao tipo de transferência de tecnologia, somente em 4 casos (Rosa dos Ventos, Água Doce, Agrosuínos/Agcert e FAFEN/Petrobras) a transferência foi predominantemente ou parcialmente exógena de um país do Anexo I para outro do não-Anexo I conforme Protocolo de Kyoto. Destaca-se a importância do papel do PROINFA na diminuição do grau de transferência exógena de tecnologia nos 2 projetos de energia eólica (Rosa dos Ventos e Água Doce), ao exigir como contrapartida do financiamento que pelo menos 60% dos equipamentos e *know-how* necessários à implementação desses projetos fossem adquiridos ou desenvolvidos no mercado nacional.

Em 6 casos (Pedra do Cavalo/Votorantim, PCH-Erval Seco, Lages, Vega, Nova Gerar e Sadia), a transferência de tecnologia ocorreu de forma predominantemente endógena, com a importação de somente alguns poucos equipamentos e contratação de consultorias estrangeiras para

ajudar na elaboração dos DCPs. Assim, a aquisição ou desenvolvimento da maioria do *know-how* e equipamentos necessários à implementação desses 6 projetos foi realizada no Brasil.

Já quanto ao tipo de tecnologia ambiental adotada, observou-se que 5 casos (Vega, Nova Gerar, Sadia, Agrosuínos/Agcert e FAFEN/Petrobras) utilizam tecnologias eminentemente *end-of-pipe*, ou seja, focadas no tratamento de resíduos urbanos (aterros sanitários) e de animais (suinoculturas) ou na destruição catalítica do N₂O gerado no processo de produção de fertilizantes nitrogenados. Em apenas 1 caso (Lages), adotou-se uma estratégia tecnológica situada, de acordo com Lagrega et al (1994), na transição entre tecnologias *end-of-pipe* e mais limpas: a reciclagem externa de biomassa (resíduos de madeira) para geração de energia elétrica e vapor para a cadeia produtiva madeireira. Assim, somente 4 casos (Rosa dos Ventos, Água Doce, Pedra do Cavalo/Votorantim e PCH Erval Seco) possuem foco na prevenção da poluição e promoção de tecnologias mais limpas, contribuindo para a diversificação (parques eólicos) ou manutenção (pequenas/médias usinas hidrelétricas) da matriz energética brasileira baseada em fontes renováveis de energia.

A explicação para esses achados pode estar ligada ao exposto anteriormente na Figura 02, que aponta para uma redução de GEE de 5,6 vezes maior para os projetos classificados como *end-of-pipe*, quando comparados aos projetos que focam a promoção de tecnologias mais limpas, ao tempo que geram 6,0 vezes menos energia. Enquanto, os 5 casos ligados à hidroeletricidade e outras energias renováveis (eólica e biomassa) estimam a redução de somente 335.571 tCO₂e/ano e geração de 622.015 MW/ano de energia, nos outros 5 casos relacionados à queima do biogás (CH₄) proveniente do tratamento de resíduos animais/urbano e destruição de N₂O essa redução é de 1.894.712 tCO₂e/ano e a geração de somente 102.240 MW/ano. Desta forma, a obtenção de créditos de carbono é proporcionalmente mais significativa em projetos de tecnologia *end-of-pipe* relacionados ao controle de emissão de CH₄ e N₂O que possuem potenciais de aquecimento global (GWP) muito maiores que o CO₂, corroborando os resultados encontrados por Pearson (2007) ao argumentar que projetos de MDL que promovem tecnologias mais limpas não conseguem preços diferenciados no mercado e geram poucos créditos de carbono.

4.2.3 Desenvolvimento Sustentável e *Triple Bottom Line*

Por fim, apresenta-se, abaixo, de maneira sintética, os resultados encontrados na pesquisa quanto às contribuições dos 10 casos para o desenvolvimento sustentável na perspectiva *triple-bottom-line*.

Verificou-se que apenas os 4 casos (Rosa dos Ventos, Água Doce, Pedra do Cavalo/Votorantim e PCH Erval Seco) que utilizam tecnologias mais limpas para gerar energia renovável (parques eólicos e usinas hidrelétricas) apresentam perfil *triple-bottom-line*. Nesses 4 casos constatou-se um maior equilíbrio entre os componentes social, ambiental e econômico dos projetos. Em 2 casos (Lages e Nova Gerar), constatou-se contribuições mediana (perfil *double-bottom-line* fundamentado na geração de energia através da reciclagem externa de biomassa e incineração de resíduos urbanos). Nesses 2 casos, verifica-se a predominância dos componentes econômico e ambiental e pouca contribuição social.

Em 4 casos (Vega, Sadia, Agrosuínos/Agcert e FAFEN/Petrobras) a contribuição para o desenvolvimento sustentável foi baixa (perfil *single-bottom-line* fundamentado em tecnologias *end-of-pipe* de tratamento de resíduos urbanos/animais sem geração de energia a partir da queima do biogás ou de destruição catalítica de N₂O). Os 3 casos (Vega, Sadia e Agrosuínos/Agcert) ainda não aproveitam o biogás gerado pelos seus projetos de MDL para geração de energia. Já no caso FAFEN/Petrobras não houve qualquer preocupação em prevenir a geração de N₂O – indicador de perda de rendimento do processo produtivo – e aumentar a eco-eficiência da planta industrial de ácido nítrico. Todo o biogás (CH₄) e o N₂O gerados nesses 4 casos são destruídos para recebimento de créditos de carbono, aproveitando-se dos maiores GWP desses gases com relação ao CO₂. Verificou-se, portanto, que o componente econômico é o que mais se destaca nesses projetos, ficando os componentes ambientais e sociais em segundo plano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve por objetivo avaliar as contribuições dos projetos de MDL para a geração de tecnologias mais limpas e a promoção do desenvolvimento sustentável no Brasil. Para

isto, foram selecionados 10 casos representativos da realidade brasileira: cinco relativos à área de energias renováveis, que representa 52,3% dos projetos brasileiros de MDL, e outros cinco relativos ao tratamento de resíduos animais/urbanos e destruição de N₂O, setores onde estão concentrados os 47,7% restantes dos projetos aprovados de MDL no Brasil.

Assim, adotou-se uma estratégia metodológica de estudo multicase nos quais foi utilizada a técnica de triangulação dos dados coletados nos 10 projetos selecionados e posterior análise à luz de um modelo construído à partir dos conceitos de ciclo de projetos de MDL, transferência tecnológica, tecnologias ambientais e desenvolvimento sustentável.

Os resultados encontrados sinalizam que 6 casos estudados (Vega, Sadia, Agrosuínos/Agcert, FAFEN/Petrobras, Lages e Nova Gerar) utilizam tecnologias eminentemente *end-of-pipe* ou na transição entre tecnologias mais limpas e *end-of-pipe* e apresentam perfis *single* ou *double bottom-line* trazendo mais benefícios para o componente econômico do que para os componentes ambiental e social do desenvolvimento sustentável. Em 7 casos analisados (Rosa dos Ventos, Água Doce, Pedra do Cavalo/Votorantim, PCH-Erval Seco, Vega, Nova Gerar e FAFEN/Petrobras), a motivação econômica, representada pela oportunidade de entrada no promissor mercado de carbono com rentabilidade através do recebimento de créditos, foi mais importante que as motivações socioambientais para adesão ao MDL.

Já os projetos promotores de tecnologias mais limpas, com perfil *triple bottom-line*, trazendo contribuições mais bem balanceadas entre os componentes social, ambiental e econômico do desenvolvimento sustentável, representam somente 4 casos analisados (Rosa dos Ventos, Água Doce, Pedra do Cavalo/Votorantim e PCH-Erval Seco). Além disso, em 2 casos (Rosa dos Ventos e Água Doce), voltados especificamente para energia eólica, se concentram um maior número das principais barreiras identificadas para a implementação do MDL no Brasil: riscos associados ao investimento de longo prazo e problemas legais, institucionais e burocráticos. Nesses projetos também constatou-se que a transferência de tecnologia foi parcialmente exógena, demonstrando o ainda baixo domínio tecnológico e escassez de fornecedores de equipamentos nacionais para a energia eólica no Brasil. Fenômeno que não ocorreu na maioria dos

casos estudados (Pedra do Cavalo/Votorantim, PCH Erval Seco, Lages, Vega, Nova Gerar e Sadia), onde a transferência de tecnologia ocorreu de forma predominantemente endógena, com a aquisição ou desenvolvimento no Brasil da maioria do *know-how* e equipamentos utilizados. Destaca-se a importância do papel das políticas públicas nacionais de fomento na implementação dos projetos de MDL voltados para energia eólica, e mais especificamente na diminuição do grau de transferência exógena de tecnologia dos 2 casos (Rosa dos Ventos e Água Doce) financiados pelo PROINFA.

Conclui-se, portanto, que os 10 projetos brasileiros de MDL estudados, apesar de terem apresentado alta incidência de transferência predominantemente endógena de tecnologia, contribuem de forma modesta e ainda incipiente para a geração de tecnologias mais limpas e para o desenvolvimento sustentável na visão *triple-bottom-line*. Isto pode estar associado ao fato dos projetos de MDL que utilizam tecnologias *end-of-pipe* serem financeiramente mais atrativos do que seus similares que promovam o desenvolvimento de tecnologias mais limpas devido ao menor custo de investimento, baixo risco tecnológico e obterem proporcionalmente mais créditos de carbono. Esse achado explicita a insuficiência desse mecanismo de governança mundial do clima, alicerçado em um instrumento econômico de gestão ambiental –

mercado de carbono –, para alcançar um padrão de desenvolvimento mais limpo e sustentável no Brasil.

Assim, considerando-se que o Protocolo de Kyoto estabelece a necessidade de cooperação tecnológica entre os países participantes dos projetos de MDL, através da transferência exógena de tecnologias ambientalmente seguras em prol do desenvolvimento sustentável e baseando-se no estudo da experiência brasileira, este artigo defende a necessidade do MDL fomentar, no período pós-Kyoto, de maneira mais contundente o desenvolvimento conjunto, entre países financiadores e hospedeiros, de tecnologias mais limpas. Argumenta-se que não é eficaz alcançar desenvolvimento limpo apenas mediante a transferência exógena de tecnologias ambientalmente seguras, visto que essas podem estar focadas tão somente em estratégias *end-of-pipe* de tratamento/remediação da emissão de GEE, e não em sua efetiva prevenção/redução.

Por fim, recomenda-se a realização de estudos futuros comparando a experiência brasileira com a dos dois principais países hospedeiros de MDL no mundo (China e Índia) quanto à contribuição desse instrumento de governança ambiental global para a geração de tecnologias limpas em prol do desenvolvimento sustentável, considerando-se o tipo de tecnologia, a quantidade de créditos de carbono obtidos e a taxa de retorno dos investimentos realizados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGCERT DO BRASIL SOLUÇÕES AMBIENTAIS LTDA. **Documento de Concepção de Projeto**. Recuperado em 30 março 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58276.html>, 2005.
- ÁGUA DOCE. **Documento de Concepção de Projeto**. Recuperado em 10 julho 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58223.html>, 2006.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Persona, 1977.
- BAHIA TRANSFERENCIA E TRATAMENTO DE RESIDUOS S.A – BATTRE. **Documento de Concepção de Projeto**. Recuperado em 10 junho 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58108.html>, 2004.
- BLACKMAN A. **The Economics of technology diffusion: implications for climate policy in developing countries**. Discussion Paper, 99-42, Washington, DC: Resources for the future, 1999.
- BRASIL. **Protocolo de Quioto e legislação correlata**. Coleção Ambiental, vol. 3. Brasília: Senado Federal: Subsecretariado de Edições Técnicas, 2004.
- BT GERADORA DE ENERGIA ELÉTRICA S.A. – PCH. **Documento de Concepção de Projeto**. Recuperado em 12 março 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58177.html>, 2005.
- COMISSÃO INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA - CIMGC. (2003). Resolução nº1. Brasília.
- DECHEZLEPRETRE, A., GLACHANT, M., MENIERE, Y. **Technology transfer by CDM projects: a comparasion of Brazil, China, India e Mexico**. Energy Policy, 37, 703-711, 2009.
- ELLIS, J., WINKLER, H., CORFEE-MORLOT, J.; CAGNON-LEBRUN, F. **CDM: taking stock and looking forward**. Energy Policy, 35 (1), 15-28, 2007.
- ESTY, D. C. ; IVANOVA, M. (Org.). **Global Environmental Governance: options & opportunities**. New Haven, CT: Yale School of Forestry & Environmental Studies, 2002.
- ESTY, D.C ;WINSTON, A.S. **Green to gold: how smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage**. New Haven and London: Yale University Press, 2006.
- FÁBRICA DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DA BAHIA - FAFEN-BA. **Documento de Concepção de Projeto**. Recuperado em 08 março 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/300411.html>, 2008.
- FARIAS, L.G.Q. **O desafio da sustentabilidade nas áreas costeiras do sul da Bahia**. Paraná: Urutágua, 12, 2007.
- GOLDEMBERG, J. **O Caminho até Joanesburgo**. In A. Trigueiro (Ed.) Meio ambiente no século 21 (p. 171-181). Rio de Janeiro: Sextante, 2005.
- GRAU-NETO, W. **O Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: uma análise crítica do instituto**. São Paulo: Fiúza, 2007.
- GRUPO VOTORANTIM. **Documento de Concepção de Projeto**. Recuperado em 06 janeiro 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58230.html>, 2006.
- INSTITUTO SADIA. **Documento de Concepção de Projeto**. Recuperado em 14 setembro 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58268.html>, 2008.
- KANAI, K. **A transferência de conhecimento tecnológico: análise do caso - “Curso de Treinamento nos Terceiros Países”**. Faculdade de Educação, Dissertação de mestrado não-publicada, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil, 2008.
- KIPERSTOK, A. (Coord.). **Inovação e meio ambiente: elementos para o desenvolvimento sustentável na Bahia**. Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2003.

- KOPINAK, J. K. **The use of triangulation in a study of refugee well-beings.** *Quality & Quantity*, 33, 169-183, 1999.
- LAGES BIOENERGÉTICA LTDA. **Documento de Concepção de Projeto.** Recuperado em 02 de maio 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58192.html>, 2005.
- LAGREGA, M. D., BUCKINGHAM, P. L.;EVANS, J. C. **Pollution Prevention.** In _____, *Hazardous Waste Management.* (pp. 355-404) Singapore: McGraw-Hill, 1994.
- LENZI, C. L. **Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade.** São Paulo: Edusc, 2006.
- LE PRESTRE, P. **Protection de l'environnement et relations internationales: les défis de l'écopolitique mondiale.** Paris: Armand Colin, 2005.
- LOPES, I. V. (Coord.). **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL: Guia de Orientação.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002.
- MILANI, C. R. S.; KERAGHEL, C. **The International Agenda for Sustainable Development: International Contestatory Movements.** In S. THOYER; B. MARTIMORT (Ed.). *Participation for Sustainability in Trade* (pp. 93-109). Londres: Ashgate., 2007.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT **Manual para Submissão de Atividades de Projeto no Âmbito do MDL.** Versão 2., Brasília – DF, 2008.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT (2011). **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no Mundo.** Recuperado em 08 julho 2011, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>, 2011.
- NOVA GERAR ECO ENERGIA LTDA. **Documento de Concepção de Projeto.** Recuperado em 08 março 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58107.html>, 2004.
- PEARSON, B. **Market failure: why the clean development mechanism won't promote clean development.** *Journal of Cleaner Production*, 15, 247-252, 2007.
- QUIVY, R; CAMPENHOUDT, L. (1998). **Manual de investigação em Ciências Sociais.** Lisboa: Gradiva, 1998.
- RADOSEVIC, S. **International technology transfer and catch-up in economic development.** Massachusetts: Edward Elgar, 1999.
- ROSA DOS VENTOS . **Documento de Concepção de Projeto.** Recuperado em 30 de outubro 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58227.html>, 2007.
- ROSEMBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia.** Campinas: UNICAMP, 2006.
- SCHNEIDER, M., HOLZER, A; HOFFMAN, V.H. **Understanding the CDM's contribution to technology transfer.** *Energy Policy*, 36 (8), 2930-2938, 2008.
- SEIFFERT, M. E. B. **Mercado de carbono e protocolo de Quioto: oportunidades de negócio na busca da sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2009.
- Seres, S. **Analysis of Technology Transfer in CDM Projects.** Recuperado em 29 dezembro 2008, de <http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTreport/report1207.pdf>, 2007.
- SILVA-FILHO, J. C. L. **O Papel das ONG's na Difusão de Inovações Tecnológicas Ambientais.** Anais do Seminário Latino Iberoamericano de Gestion Tecnologica, Valencia, Espanha, 1999.
- SILVA-JUNIOR, A. C., NAPRAVNIK FILHO, L.; ANDRADE, J.C.S. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Instrumento em prol da geração de tecnologias mais limpas no Brasil?** Anais do Simpósio de Gestão Ambiental e Mudanças Climáticas, Curitiba, Paraná, 2009.

- SOARES-NETO, P. B. **Governança e o Eco-comprometimento promovendo Desenvolvimento Sustentável a partir da Gestão de Recursos Hídricos: o caso da Aracruz/ Unidade Guaíba e seus stakeholders.** Recuperado em 29 abril 2004, de http://volpi.ea.ufrgs.br/teses_e_dissertacoes/td/001319.pdf, 2004.
- TELESFORO, A. C.; LOIOLA, E. **Contribuição das Políticas Públicas Ambientais Brasileiras como Incentivadora de Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) na Área de Energia no Brasil.** Anais do Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA), Fortaleza, Ceará, 2009.
- TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia do Brasil.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- VELA, J. A. A. ; FERREIRA, E. **Vantagem Competitiva do Brasil nos Projetos de MDL.** Anais do Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA), Rio de Janeiro-RJ, 2005.
- VENTURA, A. C. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): uma análise da regulação de conflitos socioambientais do Projeto Plantar.** Dissertação de mestrado não-publicada. Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil, 2008.
- WILKINS, G. **Technology transfer for renewable energy overcoming barriers in developing countries.** London: Earthscan, 2002.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT - WBCSD. **Eco-eficiência: criar mais valor com menos impacto.** Recuperado em 03 dezembro 2008, de <http://www.wbcsd.org>. 2006.
- ZHAO, L; REISMAN, A. **Toward meta research on technology transfer.** Engineering Management, 39, 13-21, 1992.
- YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos (2 ed.).** Porto Alegre: Bookman, 2001.