

## MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO: INSTRUMENTO EM PROL DA GERAÇÃO DE TECNOLOGIAS MAIS LIMPAS NO BRASIL?

### **Antônio Costa Silva Júnior**

Doutorando do Programa de Engenharia Industrial (PEI) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) - antoniocostasilvajunior@hotmail.com

### **Luana das Graças Queiroz de Farias**

Doutoranda do Núcleo de Pós-Graduação em Administração (NPGA) da Universidade Federal da Bahia-UFBA - luanaffarias@hotmail.com

### **Andrea Cardoso Ventura**

Doutoranda do Núcleo de Pós-Graduação em Administração (NPGA) da Universidade Federal da Bahia-UFBA - andreaventurassa@gmail.com

### **Célio Andrade**

Professor Permanente do Núcleo de Pós-Graduação em Administração (NPGA) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) - celiosa@ufba.br

## **RESUMO**

Este artigo avalia a contribuição de 75 projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para a promoção de tecnologias mais limpas no Brasil. A metodologia utilizada foi a revisão da literatura especializada e análise de conteúdo de Documentos de Concepção de Projeto (DCP). Os dados obtidos revelaram que os projetos de MDL contribuem, de forma ainda incipiente para a promoção de tecnologias mais limpas no Brasil, visto que apenas 4% dos projetos de MDL analisados relataram a criação de patentes e inovação durante o processo de desenvolvimento da tecnologia. Ademais, apenas 21% dos projetos analisados caracterizaram-se pela geração de uma tecnologia mais limpa focada na redução da poluição de Gases do Efeito Estufa (GEE) na fonte. Conclui-se que o MDL no Brasil ainda está distante do seu propósito de estimular um modelo de desenvolvimento mais limpo através da cooperação entre países industrializados e em desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); Tecnologias mais Limpas; Gases do Efeito Estufa (GEE), Brasil

## **ABSTRACT**

This paper evaluates the contribution of 75 Clean Development Mechanism (CDM) projects for cleaner technologies promotion in Brazil. Secondary data acquired from Project Design Documents (PDD) were analyzed using the bibliographical survey of specialized literature. It was verified that such contribution was incipient, as only 4% of the projects reported the

---

<sup>1</sup> Recebido em 04.01.2010. Aprovado em 09.08.2010. Disponibilizado em 26.11.2010. Avaliado pelo sistema *double blind review*

creation of patents and of innovation during the technology development process. Just 21% of them were characterized by the generation of cleaner technology aimed at reducing Greenhouse Gases (GHG) pollution at source. In conclusion, CDM projects in Brazil were considered to be distant from encouraging a cleaner model of development through cooperation between industrialized and developing countries.

**Keywords:** Clean Development Mechanism (CDM); Cleaner Technology; Greenhouse Gases (GHG); Brazil.

## 1 INTRODUÇÃO

Devido à crescente preocupação com as questões ambientais e com o avanço tecnocientífico, questões relacionadas à mudança climática, foram inseridas na agenda política mundial a partir da década de 80. Nas últimas décadas, o aquecimento global e as variações climáticas figuraram entre os principais problemas ambientais da sociedade contemporânea. Estudos e pesquisas têm demonstrado que esse aquecimento é resultante do aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, acima da capacidade da natureza, em condições normais, de absorvê-los.

Relatórios de alcance mundial, como os produzidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), em 2007, enfatizam a probabilidade de impactos importantes para a humanidade, devido à mudança do clima. Nesse sentido, países-membros das Organizações das Nações Unidas (ONU) têm buscado soluções para a redução de emissões de gases como forma principal para combater a causa do aquecimento global e atenuar os futuros prejuízos às nações. Dentre essas iniciativas consubstanciadas no Protocolo de Quioto, estão os mecanismos de flexibilização.

O Protocolo de Quioto apresenta, também, a divisão dos países em Anexos, de acordo com a estipulação de metas de redução obrigatórias ou não. Os países com metas de redução compõem o “Anexo I”, que é dividido em dois subgrupos: o primeiro constituído pelas nações industrializadas, bastante semelhante em composição à Organização de Comércio e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e o segundo por países denominados “Economias em Transição”, abrangendo as nações da Europa Oriental e a maioria dos países da antiga União Soviética. Já o “Não-Anexo I”, categoria formada pelos países em desenvolvimento, dentro do qual se integra o Brasil, não tem metas compulsórias de redução definidas para o primeiro período de vigência do Protocolo, ou seja, entre 2008 e 2012 (Brasil, 2004).

O Protocolo de Quioto, acordo ambiental internacional, possibilita a utilização de três mecanismos de flexibilização para facilitar o cumprimento dos compromissos por parte dos países industrializados, integrantes do Anexo I: Implementação Conjunta (IC), Comércio de Emissões (CE) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Dentre eles, o MDL, objeto deste artigo, é o único mecanismo que permite aos países industrializados alcançarem suas metas individuais por meio de projetos que promovam a transferência de tecnologia e a geração de tecnologias ambientalmente seguras nos países em desenvolvimento (Goldemberg, 2005).

Considerando que o desenvolvimento de tecnologias mais limpas é a estratégia mais eficaz para a promoção do desenvolvimento sustentável nos países hospedeiros de projetos de MDL, o direcionamento para este artigo foi dado a partir do seguinte questionamento: o Protocolo de Quioto, através de seus projetos de MDL, vem sendo um instrumento promotor de tecnologias mais limpas no Brasil?

Inquietações como a exposta acima justificam-se por ser o MDL um instrumento de política pública internacional com duplo objetivo: reduzir a emissão de GEE em nível global, e promover a transferência e o acesso de tecnologias ambientalmente seguras entre países visando ao desenvolvimento sustentável. Assim, este artigo tem por objetivo discutir a

contribuição de projetos de MDL para a promoção de tecnologias mais limpas no Brasil.

Quanto à tipologia e à natureza metodológica, este trabalho adotou uma pesquisa bibliográfica e documental. Para tanto, realizou-se análise de conteúdo nos Documentos de Concepção do Projeto (DCP) de uma amostra de 75 projetos de um total de 135 projetos aprovados pelo Conselho Executivo de MDL (CEMDL) no Brasil até 31 de dezembro de 2007.

O artigo está estruturado em cinco partes, sendo esta introdução, a primeira. A segunda é a revisão de literatura, apoiada na bibliografia sobre processo de transferência de tecnologias e tipos de tecnologias ambientais em projetos de MDL. Na terceira parte, expõem-se, em maiores detalhes, os aspectos metodológicos da pesquisa. Na quarta parte, discutem-se os resultados encontrados, e, por fim, são apresentadas as considerações finais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Transferência Tecnológica em Projetos de MDL

Na agenda ambiental global, a questão da transferência de tecnologia tem desempenhado um papel central na ecopolítica 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 & 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 créditos de carbono para serem adquiridos 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 & 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 2.2, a seguir.

## 2.2 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.

De acordo com Lagrega *et al.* (1994), Figura 1, 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*.



Figura 1 - Técnicas para Redução da Poluição.  
Fonte: Lagrega et al. (1994).

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.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Metodologicamente a pesquisa caracterizou-se como um estudo bibliográfico e documental. No que concerne ao seu caráter bibliográfico, a mesma envolveu estudo, análise e interpretação de documentos de caráter científico, principalmente, livros, periódicos e artigos (Gil, 2008). Já os procedimentos da pesquisa documental envolveu três etapas interdependentes. Primeiramente, foi realizada a análise preliminar dos DCP dos projetos brasileiros aprovados pelo Conselho Executivo do MDL (CEMDL), até 31 de dezembro de 2007, totalizando 135 projetos.

Em seguida, para fins de delimitação da amostra desta pesquisa, os 135 projetos de MDL foram distribuídos em três categorias específicas (Indústria de Energia e outras Indústrias; Resíduos Animais e Aterros Sanitários; e Hidroeletricidade e Energias Renováveis) e selecionados 75 projetos. O Quadro 1 ilustra a delimitação da amostra para cada categoria de atividade de projetos de MDL no Brasil. O critério estabelecido para a seleção da amostra visou atender no mínimo 50% de cada categoria de atividade de projeto de MDL aprovado no Brasil até 2007.

Quadro 1- Amostra da Pesquisa.

Categoria do Projeto	Aprovados até 2007	Amostra da Pesquisa
Indústria de Energia e Outras Indústrias	68	39
Resíduos Animais e Aterros Sanitários	41	21
Hidroelétricas e Outras Energias Renováveis	26	15
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>75</b>

Fonte: Elaboração própria

E, por fim, a coleta de dados se efetivou por meio de análise de conteúdo dos 75 DCP selecionados e posterior tratamento estatístico com utilização do programa Excel (Bardin, 1977). Observa-se que, no período que se seguiu à coleta de dados da presente pesquisa, houve um significativo avanço nos projetos de MDL em todo o mundo, permanecendo o Brasil como um dos países de maior destaque, terceiro país com maior número de projetos em todo o mundo (7%), atrás de China (38%) e Índia (27%). Dados de novembro de 2010, revelam 254 projetos de MDL aprovados no Brasil. Assim, comparativamente com o status atual dos projetos de MDL brasileiros, a amostra pesquisada representa aproximadamente 30% do total de projetos do país (MCT, 2010).

### 4 RESULTADOS

Através dos dados coletados dos 75 projetos de MDL que serviram de amostra para a presente pesquisa, verificou-se inicialmente a distribuição dos projetos no tocante às categorias de atividade. A Figura 2 apresenta de forma segregada, o percentual de participação de cada categoria de atividade analisada na presente pesquisa.

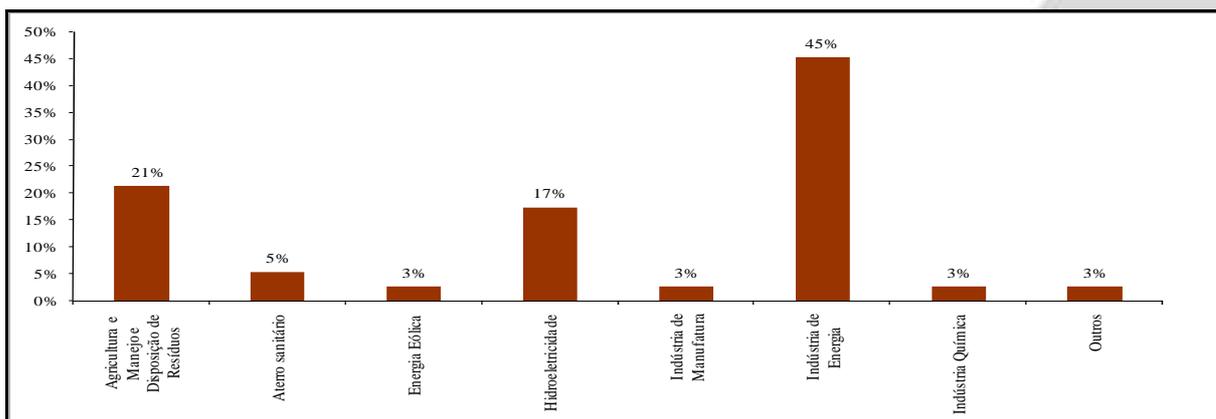


Figura 2 - Categoria de Atividades Analisadas.

Fonte: Elaboração Própria.

Os dados evidenciados na Figura 2 respaldam afirmativa de que os projetos ligados a Indústria de Energia (45%), Agricultura e Manejo Disposição de Resíduos (21%), Hidroeletricidade (17%) e Aterros Sanitários (5%) possuem posição de destaque no cenário brasileiro de MDL, pois correspondem juntos a 88% da amostra dos projetos analisados. Com base na análise dos 75 projetos, percebeu-se, também, que os países ilhas - Reino Unido (43%), Japão (19%) e Nova Zelândia (7%) - aparecem como os grandes compradores de créditos de carbono no Brasil (69%), e se for agregada a Holanda (13%), que é um país abaixo do nível do mar, essa participação fica ainda mais acentuada (82%). Isso pode ser explicado em virtude da vulnerabilidade desse grupo de países ao fenômeno das mudanças climáticas, já que, com a elevação dos níveis dos oceanos em decorrência do aquecimento global, esses países-ilhas juntamente com a Holanda estão mais propensos a ocorrências de grandes catástrofes naturais. Quanto à distribuição regional dos projetos de MDL analisados, a presente pesquisa identificou uma concentração de projetos na região Sudeste (82%). Juntos, os estados de São Paulo e Minas Gerais hospedam 76% dos projetos de MDL no Brasil.

Com relação à contratação de consultorias para o desenvolvimento de MDL, percebeu-se que 85% dos projetos analisados foram desenvolvidos por 4 empresas Ecoenergy (29%), Ecoinvest (27%), AgCert (22%) e a Ecosecurities (7%). Uma das possíveis conseqüências dessa concentração foram as sucessivas repetições de projetos, citações, textos e, principalmente, da descrição do processo tecnológico utilizado nos DCP analisados. Ainda com relação às consultorias contratadas, é importante ressaltar que nenhuma delas é brasileira. A Ecoenergy e Ecoinvest são consultorias estadunidenses e participam com 56% dos projetos analisados, fortalecendo a perspectiva de que, mesmo sem ratificar o Protocolo de Quioto, as empresas privadas dos Estados Unidos percebem o potencial e a importância do mercado de carbono. Já a AgCert e a Ecosecurities, com uma participação de 29%, são empresas irlandesas sediadas na cidade de Dublin.

Na Figura 3, é apresentada a relevância da participação da metodologia para co-geração de energia através do bagaço de cana (AM00015), com 34% de participação, que é enquadrada como Indústria de Energia, sinalizando que mais de um terço dos projetos de MDL analisados na presente pesquisa consiste na instalação de caldeiras pelas usinas de açúcar/álcool para queima do bagaço de cana e venda do excedente energético produzido às concessionárias públicas de energia.

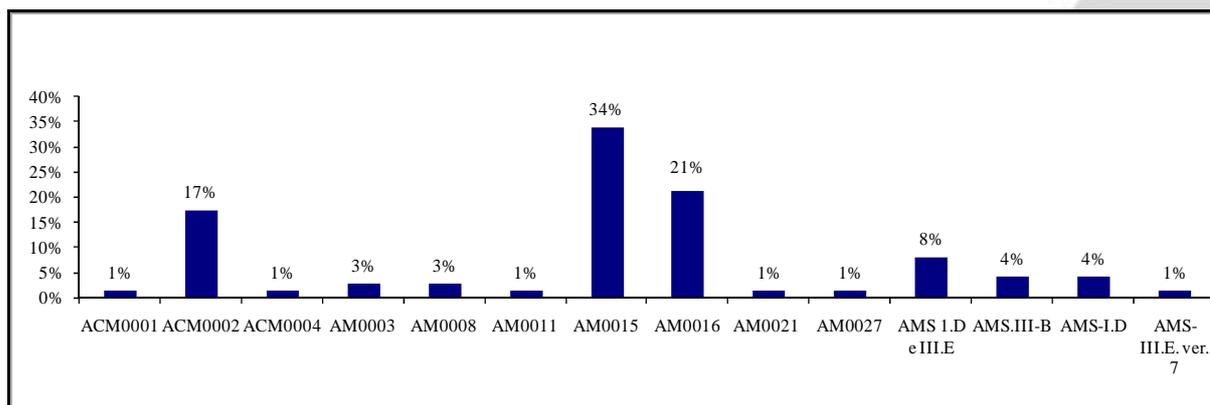


Figura 3 - Metodologias Aplicadas pelos Projetos de MDL Brasileiros.

Fonte: Elaboração Própria.

Confrontando-se as Figuras 2 e 3, pôde-se averiguar a participação relevante dos projetos de hidroeletricidade (ACM0002) com 17% de participação, disposição de resíduos (AM0016) com 21% e aterros sanitários (ACM0001, AM0003 e AM0011) com 5%.

A despeito das demais metodologias com percentuais de participação mais modestos, nota-se os projetos de substituição de óleo combustível por gás natural na geração de energia (AM0021 e AMS-III.B) com 5% e co-geração de energia utilizando outras biomassas diferentes de bagaço de cana (AMS 1.D e III.E) com 8%. Dessa forma, juntando-se os projetos de co-geração com bagaço de cana com os projetos que utilizam casca de arroz e madeira, o percentual de participação de projetos de geração de energia através de biomassa chega a 42% dos projetos de MDL estudados. Convém salientar que nessas tipologias de projetos, o Brasil já detém conhecimento e capacitação tecnológica para seu desenvolvimento sendo desnecessária a transferência exógena de tecnologia dos países do Anexo I do Protocolo de Quioto.

Quanto aos benefícios tecnológicos gerados pelo desenvolvimento dos projetos de MDL, a Figura 4 apresenta os mais citados pelos 75 DCP analisados.

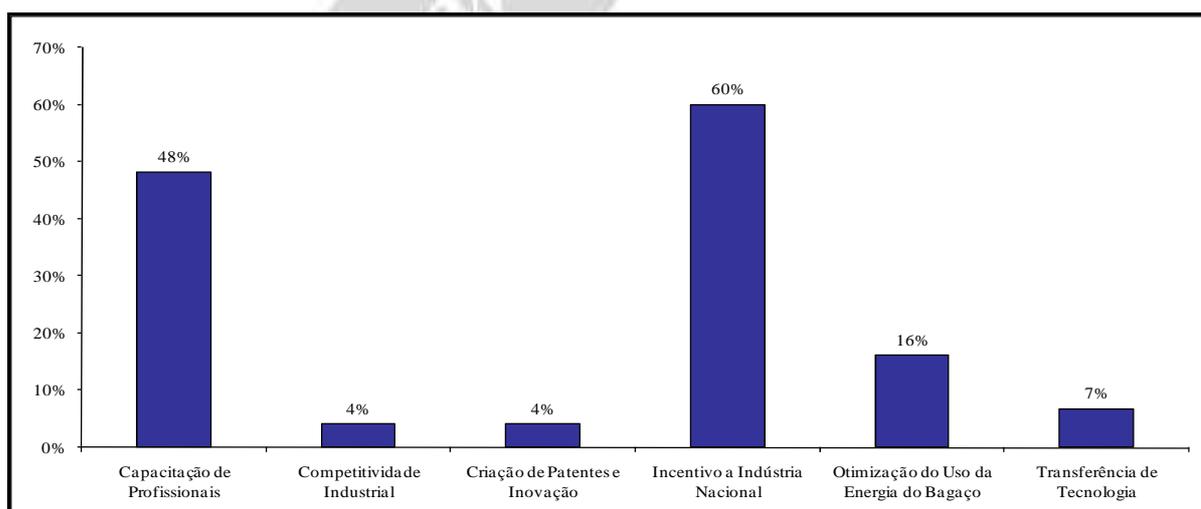


Figura 4 - Benefícios Tecnológicos Gerados pelos Projetos de MDL no Brasil.

Fonte: Elaboração Própria.

Obs.: O somatório da Figura 4 é maior que 100% devido a um mesmo benefício tecnológico ter sido citado em mais de um projeto de MDL analisado.

De acordo com a Figura 4 acima, depreende-se que a grande contribuição dos projetos de MDL no tocante à tecnologia, concentra-se no incentivo e fomento à indústria

nacional (60%) pela compra de equipamentos e materiais necessários à implementação dos projetos e à capacitação de profissionais (48%) para a operação e manutenção das plantas. Outro dado relevante observado também na Figura 4 foi a baixa participação da transferência exógena de tecnologia como benefício tecnológico dos projetos (7%), encontrados principalmente nos projetos de energia eólica, demonstrando o ainda baixo domínio tecnológico e escassez de fornecedores de equipamentos nacionais para a energia eólica no Brasil.

Isto demonstra que o Brasil, apesar de ainda ser considerado um país emergente, já detém domínio tecnológico em muitos setores que são alvos de projetos MDL: hidroeletricidade, co-geração de energia através de biomassa, geração de biogás de aterros sanitários e de tratamento de resíduos de suinocultura. Portanto, esse dado evidencia que no Brasil os projetos de MDL destacam-se muito mais pela transferência de recursos financeiros oriundos da compra de créditos de carbono pelos países do Anexo I do que pelo estímulo ao desenvolvimento de tecnologias limpas inovadoras para redução de GEE.

Os baixos percentuais relativos aos benefícios para competitividade industrial e criação de patentes e inovação, ambos com 4% de frequência de citações vêm também, de certa forma, reforçar a tese defendida neste artigo sobre a incipiência da contribuição dos projetos de MDL para a promoção de inovações tecnológicas visando ao alcance de um modelo de desenvolvimento mais limpo no Brasil.

Assim, o MDL deixa de exercer o seu papel de importante instrumento de política pública ambiental global em prol do desenvolvimento de tecnologias voltadas para a prevenção da poluição, e estímulo à competitividade através da inovação tecnológica, para tornar-se uma mera oportunidade das organizações melhorarem a rentabilidade de projetos, em decorrência dos recursos financeiros oriundos da venda de créditos de carbono, que seriam viáveis mesmo sem a existência do MDL. Isso pode ser exemplificado observando-se o percentual de 16% de citações referente à otimização no uso energético do bagaço de cana como um dos benefícios tecnológicos do MDL.

Em relação à promoção de tecnologias mais limpas, a Figura 5 apresenta a distribuição das técnicas para a redução da poluição por GEE implementadas nos 75 projetos de MDL analisados à luz da matriz de Lagrega et al (1994), mostrada na Figura 1.

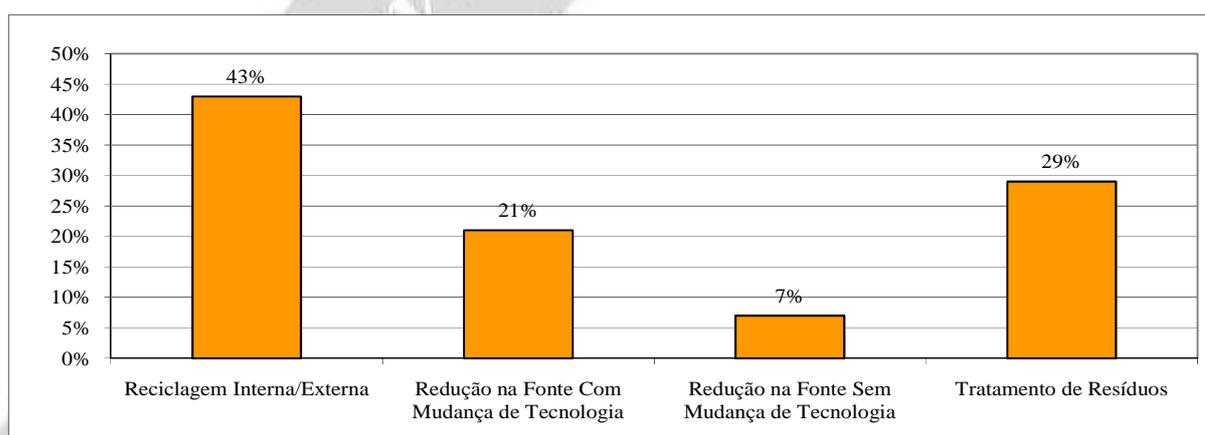


Figura 5 - Técnicas para Redução da Poluição Desenvolvidas pelos Projetos MDL.  
Fonte: Elaboração Própria.

A partir da análise da Figura 5, é possível fazer as seguintes inferências. Em âmbito macro, percebe-se que 29% dos projetos adotam técnicas para redução da poluição pouco desejáveis do ponto de vista ambiental (tratamento de resíduos urbanos e de criação de suínos), e que 43% faz reciclagem interna/externa de resíduos. Pela matriz de Lagrega et al

(1994), tecnologias que são respaldadas no tratamento de resíduos estão mais direcionadas para práticas *end of pipe* do que para práticas de produção mais limpa. O resultado demonstrado na Figura 5 aponta para a relevância do uso de tecnologias *end of pipe* para tratamento de resíduos (29%) - aterros sanitários e tratamento de dejetos da suinocultura - no mercado brasileiro de MDL.

Ocupando 43% dos projetos de MDL analisados, estão configurados os projetos que adotam tecnologias para reciclagem de resíduos de seus próprios processos ou de processos externos. Nesse grupo, 75% dos projetos pesquisados são de co-geração de energia a partir da queima do bagaço de cana, ou seja, tecnologia amplamente difundida no segmento brasileiro de açúcar/alcool, antes mesmo do advento do MDL. Esse mecanismo, todavia, foi visto como uma grande oportunidade para os usineiros renovarem seus parques fabris e aumentarem a rentabilidade do seus negócios, a partir da venda dos créditos de carbono. Além disso, nesse segmento de projetos, que utiliza resíduos de biomassa como fonte para geração de energia, a preocupação para encontrar possibilidades de não geração de resíduos fica normalmente em segundo plano.

Quanto aos projetos enquadrados no desenvolvimento de práticas de redução na fonte, que pela matriz de Lagrega et al (1994) estão direcionados para técnicas de redução da poluição altamente desejáveis do ponto de vista ambiental, pois minimizam a geração de resíduos, a participação foi de 28% conforme Figura 5. Para dar melhor consistência aos resultados aqui apresentados, os projetos de redução da poluição causada pelos GEE na fonte foram divididos em práticas com mudança de tecnologia (21%) e sem mudança de tecnologia (7%). Esses últimos envolveram práticas de substituição de óleo combustível, recurso não renovável, por gás natural, outro recurso não renovável, contudo, menos poluente e de manuseio mais seguro. Assim, o ganho ambiental obtido fica comprometido pela continuidade do uso de um recurso energético não renovável.

Finalmente, 21% dos projetos de MDL analisados apresentou práticas de redução na fonte através de mudança tecnológica. A Figura 6 evidencia a distribuição desses projetos por categoria de atividade.

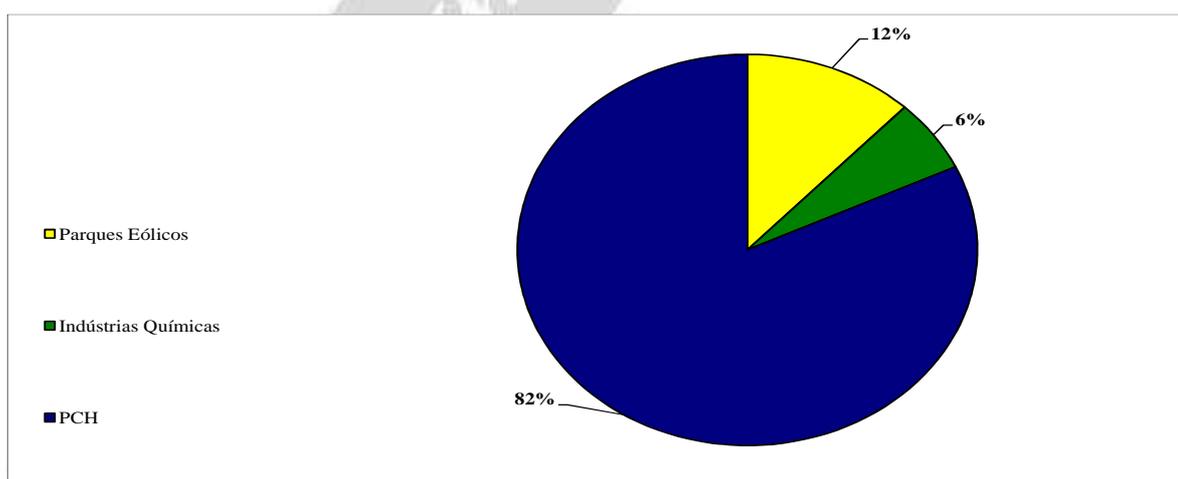


Figura 6 - Distribuição dos Projetos com Mudança de Tecnologia.

Fonte: Elaboração Própria.

Com base nos dados da Figura 6, observou-se o predomínio de projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), com 82% de participação, trazendo benefícios de geração de energia para populações de pequenas cidades e, principalmente, a pequenos agricultores. O ganho desses projetos é duplo, pois a população dessas pequenas cidades deixa de usar fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis para iluminação pública e residencial, como

geradores a óleo diesel, não renováveis, e, também, economiza, com a diminuição no custo de “importação” de energia elétrica que essas pequenas cidades eram praticamente obrigadas a realizar.

Já os parques eólicos, juntamente com os projetos de indústrias químicas, participam com 12% e 6% respectivamente. Nos projetos de parques eólicos, apesar do grande potencial eólico que o Brasil possui, fica muito complexo atuar, sem capacitação tecnológica, num mercado concentrado na geração e distribuição de energia hidrelétrica, que possui domínio da tecnologia de produção de hidroeletricidade, redes de distribuição já montadas e preços mais competitivos. Nesse segmento de energia renovável, o MDL constitui-se em um importante instrumento de fomento à execução de projetos de parques eólicos, pois a melhoria da rentabilidade pelo recebimento dos créditos de carbono e o apoio governamental através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), podem ajudar a aumentar a viabilidade técnico-econômica da energia eólica no Brasil. Destaca-se, também, a importância do papel do PROINFA na diminuição do grau de transferência exógena de tecnologia nos projetos de energia eólica 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.

Quanto aos projetos da indústria química, trata-se do desenvolvimento de uma nova tecnologia de produção de bicarbonato de sódio que substitui a fonte de geração de CO<sub>2</sub> de origem fóssil para renovável (subproduto do processo de fermentação do suco da cana de açúcar para produção de etanol). Trata-se, portanto, de um desenvolvimento endógeno de uma tecnologia mais limpa sem o aporte e transferência de conhecimento tecnológico dos países do Anexo I.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Protocolo de Quioto incentiva a transferência de tecnologias ambientalmente seguras entre países através de projetos de MDL. Considera-se que é insuficiente alcançar o desenvolvimento limpo no Brasil mediante a simples transferência de tecnologias ambientalmente seguras provenientes de países do Anexo I do Protocolo de Quioto, visto que isto pode levar ao uso de tecnologias pouco desejáveis, do ponto de vista ambiental (*end-of-pipe*), e não promover de maneira efetiva a prevenção de poluição na fonte, através da geração de tecnologias mais limpas. Assim, este artigo teve por objetivo analisar a contribuição de 75 projetos de MDL, aprovados até 2007, para a promoção de tecnologias limpas no Brasil.

A partir dos resultados encontrados, pode-se constatar que essa contribuição ainda é incipiente, visto que apenas 4% dos projetos de MDL analisados relataram a criação de patentes e inovação e o aumento da competitividade industrial como benefícios tecnológicos importantes para o Brasil. Ademais, apenas 21% dos projetos analisados caracterizaram-se pela geração de uma tecnologia mais limpa focada na redução da poluição de GEE na fonte.

Esse argumento é reforçado quando analisa-se os benefícios tecnológicos gerados pelos projetos de MDL no Brasil e constata-se que eles não incluem de maneira significativa nem transferência de tecnologias mais limpas nem inovação tecnológica, somente capacitação profissional e incentivos à indústria nacional através da compra de equipamentos e materiais já disponíveis no mercado doméstico. Isso pode ser ilustrado quando verifica-se que mais de um terço dos projetos pesquisados são de cogeração de energia através do bagaço de cana, tecnologia já existente e dominada, muito antes do advento do MDL. Enquanto somente em 12% dos projetos envolvendo tecnologias mais limpas, ligados a implantação de parques eólicos, constatou-se a transferência exógena de tecnologia, demonstrando o ainda baixo domínio tecnológico e escassez de fornecedores de equipamentos nacionais para a energia eólica no Brasil.

Assim, defende-se que os projetos de MDL analisados contribuem, de forma ainda modesta, para se atingir o objetivo fundamental de, através da cooperação entre países, desenvolver tecnologias que busquem a efetiva redução na fonte dos GEE, minimizando, assim, os efeitos do aquecimento climático global e permitindo a instituição de um modelo de desenvolvimento mais limpo no Brasil.

Por fim, recomenda-se a realização de estudos futuros mais amplos sobre a realidade brasileira, de forma que sejam contemplados todos os 254 projetos de MDL aprovados até novembro de 2010, e posteriormente, comparados com os projetos de outros dois principais países hospedeiros (Índia e China), quanto à contribuição desses para a geração de tecnologias mais limpas. Apesar das limitações do tamanho da amostra pesquisada, espera-se que este trabalho contribua de alguma forma para melhorar o entendimento das insuficiências do MDL enquanto instrumento econômico promotor de um modelo de desenvolvimento mais limpo no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Person.
- Blackman A. (1999). The Economics of technology diffusion: implications for climate policy in developing countries. *Discussion Paper*, 99-42, Washington, DC: Resources for the future.
- Brasil (2004). *Protocolo de Quioto e legislação correlata*. Coleção Ambiental, vol. 3. Brasília: Senado Federal: Subsecretariado de Edições Técnicas.
- Dechezleprêtre, A., Glachant, M., Ménière, Y. (2009). Technology transfer by CDM projects: a comparison of Brazil, China, India e Mexico. *Energy Policy*, 37, 703-711.
- Ellis, J., Winkler, H., Corfee-Morlot, J. & Cagnon-Lebrun, F. (2007). CDM: taking stock and looking forward. *Energy Policy*, 35 (1), 15-28.
- Esty, D. C. & Ivanova, M. (Org.). (2002). *Global Environmental Governance: options & opportunities*. New Haven, CT: Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas.
- Goldemberg, J. (2005). O Caminho até Joanesburgo. In A. Trigueiro (Ed.) *Meio ambiente no século 21* (p. 171-181). Rio de Janeiro: Sextante.
- Kanai, K. (2008). *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.
- Kiperstok, A. (Coord.). (2003). *Inovação e meio ambiente: elementos para o desenvolvimento sustentável na Bahia*. Salvador: Centro de Recursos Ambientais.
- Lagrega, M. D., Buckingham, P. L. & Evans, J. C. (1994). Pollution Prevention. In \_\_\_\_\_, *Hazardous Waste Management*. (pp. 355-404) Singapore: McGraw-Hill.
- Lenzi, C. L. (2006). *Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade*. São Paulo: Edusc.
- Le Prestre, P. (2005). *Protection de l'environnement et relations internationales: les défis de l'écopolitique mondiale*. Paris: Armand Colin.
- Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2008). *Manual para Submissão de Atividades de Projeto no Âmbito do MDL*. Versão 2., Brasília – DF.
- Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2010). *Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no Mundo*. Recuperado em 08 novembro 2010, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>.
- Pearson, B. (2007). Market failure: why the clean development mechanism won't promote clean development. *Journal of Cleaner Production*, 15, 247-252.
- Radosevic, S. (1999). *International technology transfer and catch-up in economic development*. Massachusetts: Edward Elgar.

- Rosemberg, N. (2006). *Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia*. Campinas: UNICAMP.
- Schneider, M., Holzer, A. & Hoffman, V.H. (2008). Understanding the CDM's contribution to technology transfer. *Energy Policy*, 36 (8), 2930-2938.
- Seres, S. (2007). *Analysis of Technology Transfer in CDM Projects*. Recuperado em 29 dezembro 2008, de <http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTreport/report1207.pdf>.
- Tigre, P. B. (2006). *Gestão da Inovação: a economia da tecnologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Wilkins, G. (2002). *Technology transfer for renewable energy overcoming barriers in developing countries*. London: Earthscan.
- World Business Council for Sustainable Development - WBCSD. (2006). *Eco-eficiência: criar mais valor com menos impacto*. Recuperado em 03 dezembro 2008, de <http://www.wbcsd.org>.
- Zhao, L; Reisman, A. (1992). Toward meta research on technology transfer. *Engineering Management*, 39, 13-21.

www.igsa.com.br