

*Inovação e Sustentabilidade sob a Ótica da
Economia Ecológica.* VITÓRIA/ES, 17 A 21 DE SETEMBRO DE 2013.
Hotel Vitória Grand Hall

**X ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE ECONOMIA ECOLÓGICA**



X ENCONTRO DA ECOECO

Setembro de 2013

Vitória - ES - Brasil

**ANALISE DA CONTRIBUIÇÃO DO MDL PARA A TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS
INOVADORAS DE BAIXO CARBONO NOS BICS**

Alexandre d'Avignon (Coppe/UFRJ) - davignon@ppe.ufrj.br
Engenheiro, Pós doutor, Professor

Aline Ribas (Coppe/ UFRJ) - alineribas@me.com
Economista e doutoranda

Emilio la Rovere (Coppe/UFRJ) *Professor Titular*

ANALISE DA CONTRIBUIÇÃO DO MDL PARA A TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS INOVADORAS DE BAIXO CARBONO NOS BICS

RESUMO

Considerando-se a preponderância dos BICs (Brasil, Índia e China) no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e no crescimento das emissões globais de gases de efeito estufa, assim como a perspectiva de que estes países poderão passar a ter metas de redução de emissões a partir de 2020, o presente estudo tem por objetivo contribuir para um entendimento mais apurado do papel do MDL na transferência de tecnologias inovadoras de baixo carbono nos BICs. Para tanto lançou-se mão de uma análise criteriosa baseada em dados dos 2.389 projetos MDL registrados até 8 de dezembro de 2010 e posteriormente focada em 116 projetos envolvendo destruição de N₂O e de HFC, captura e queima de metano em biodigestores e energia eólica nos BICs, responsáveis por 370 milhões ou cerca de 35% das reduções de emissão certificadas emitidas até 29 de novembro de 2012. Concluiu-se que o MDL não teve uma contribuição significativa para a transferência bem-sucedida de tecnologias inovadoras de baixo carbono nos BICs. Observou-se, porém, que outros veículos de transferência tecnológica estiveram presentes nos BICs. Por fim, apresenta-se recomendações para que novos mecanismos, semelhantes ao MDL, que venham a ser delineados no futuro se tornem veículos eficazes de transferência de tecnologia inovadora de baixo carbono para países em estágios menos avançados de desenvolvimento.

Palavras-Chave: BICs, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Transferência de Tecnologia, Tecnologias Inovadoras de Baixo Carbono.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as medições de CO₂ atmosférico do Observatório de Mauna Loa no Havaí, os níveis de CO₂ já excederam o limite máximo de segurança de 350 partes por milhão (ppm) na atmosfera (Hansen et al, 2008). A concentração atmosférica de CO₂ chegou a 391 ppm em agosto de 2012, até então, o quarto mês mais quente nos últimos 133 anos, com uma temperatura média 0,62 °C acima da média do século XX. Desde 1880, quando medições mais modernas começaram a ser feitas, pode-se notar uma tendência clara de aquecimento (ver Gráfico 1).

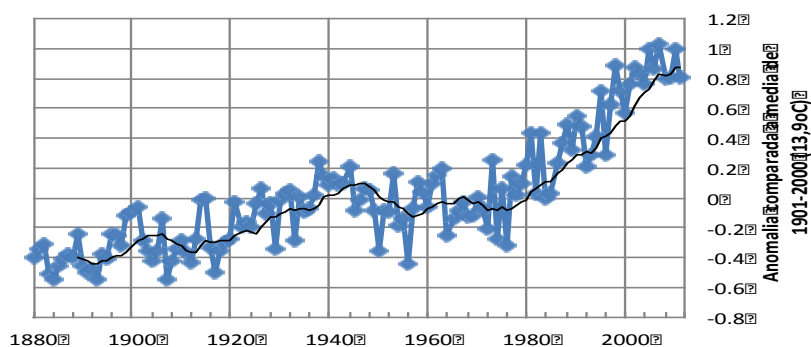


Gráfico 1 – Variação anômala da temperatura média anual comparada à média entre 1901 a 2000 de 13,9°C.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da NOAA¹

Além disso, a frequência de temperaturas extremas aumentou em dez vezes desde as três primeiras décadas do século passado e a década mais recente (Munasinghe et al., 2012). O IPCC, em seu Quarto Relatório de Avaliação (Fisher et al., 2007), confirmou que as mudanças climáticas são causadas por ações humanas e que suas consequências para o planeta podem ser mais drásticas do que se imaginava. O relatório prevê um aumento na temperatura média global de 1,8 a 4,0 °C até 2100, sendo possível chegar a 6,4 °C se a população e a economia continuarem a crescer rapidamente e se for mantido o elevado consumo de combustíveis fósseis

Os cientistas que investigam as mudanças climáticas consideram que para evitar danos catastróficos e irreversíveis é necessário que o aumento de temperatura média do planeta em relação aos níveis pré-revolução industrial se mantenha abaixo dos 2 °C (Hansen, 2005 e Azar e Rodhe, 1997; Graßl et al. 2003; Rockström et al. 2009 *Apud* Azar, 2010). Com base no princípio das “responsabilidades comuns, porém diferenciadas” a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças do Clima – CQNUMC estabeleceu compromissos distintos para cada grupo de países, seguindo a noção de que somente por meio da cooperação internacional poderá ser resolvido um problema da magnitude do aquecimento global (Moreira e Giometti, 2008).² Após um processo de intensa negociação chegou-se a um acordo com relação a metas quantitativas de redução

¹ National Oceanic & Atmospheric Administration (*Administração Oceânica e Atmosférica Nacional*). É uma organização que faz parte do [Departamento de Comércio dos Estados Unidos da América](http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php). <http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php> Acessado em 29 de agosto de 2012.

² A responsabilidade é comum a todos os países porque todos contribuem para a mudança global do clima e todos serão atingidos pelas suas consequências. A responsabilidade é diferenciada porque alguns países são mais responsáveis pelo aquecimento global do que outros, na medida que contribuíram mais para o problema devido às suas emissões históricas e atuais, e por terem mais possibilidades de enfrentar o problema, conforme suas capacidades econômicas e tecnológicas.

de gases de efeito estufa com a adoção do Protocolo de Quioto durante a terceira sessão da Conferência das Partes (COP-3) da CQNUAC, realizada em Dezembro de 1997 em Quioto, no Japão. Entretanto, essas metas de redução das emissões não só não foram atingidas, como os países com os maiores níveis de emissões se abstiveram do segundo período de compromisso (2013 a 2020), acordado ao final da décima oitava sessão da Conferência das Partes da CQNUMC (COP-18) e oitava Conferência das Partes do Protocolo de Quioto (CMP-8), realizada em Dezembro de 2012 em Doha, no Qatar.³ Ademais, não foram estabelecidas metas quantificadas para o segundo período de compromisso e não há consenso sobre um critério norteador da alocação do ônus para se mitigar a mudança global do clima.

Apesar das negociações climáticas ao longo dos últimos 20 anos, as emissões antropogênicas de GEE continuaram crescendo e com elas a concentração de GEE na atmosfera. De 1990 a 2005, as emissões globais aumentaram cerca de 19%, passando de 36,7 para 43,6 bilhões de tCO₂e (WRI, 2012). Segundo a Agência Internacional de Energia as emissões de CO₂ causadas pelo uso de combustíveis fósseis aumentaram 26% no mesmo período (IEA, 2012). Entretanto, a participação percentual de grupos de países nas emissões totais de GEE mudou significativamente neste mesmo período. Enquanto em 1990 os países industrializados eram os maiores responsáveis pelas emissões antrópicas de GEEs, respondendo por 60% das mesmas, em 2005 foram os países em desenvolvimento os maiores responsáveis com 58% das emissões globais (WRI, 2012). Brasil, Índia e China (os chamados BICs), juntos, são responsáveis por mais da metade das emissões de GEE provenientes dos países em desenvolvimento e por mais de 30% das emissões mundiais, conforme mostra o Gráfico 2. Entre 2003 e 2010 as emissões de GEE da China dobraram e na Índia aumentaram 60%. Em 2010, apenas, as emissões da China aumentaram 10% apesar da capacidade instalada de energia eólica e solar ter dobrado pela sexta vez consecutiva naquele ano (Olivier et al, 2011). Se o ritmo de crescimento econômico verificado na China continuar nos próximos anos, estima-se que este país terá a maior taxa de emissões per capita do mundo ainda nesta década.

³ Os países que aderiram a extensão do Protocolo de Quioto em Doha em dezembro de 2012, são responsáveis por apenas 15% da emissão global de gases do efeito estufa.

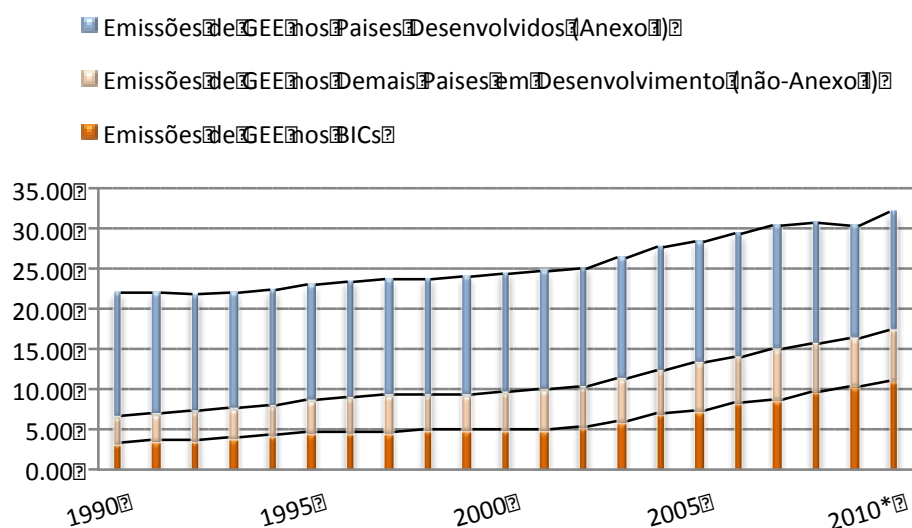


Gráfico 2 - Emissões Globais de GEE (Em bilhões de toneladas de CO₂eq)

Fonte: Adaptado de EDGAR 4.2 (Olivier et al., 2011) (1970-2008); IEA, 2011 (projeção 2008-2009); BP, 2012 (projeção 2009-2011).⁴ Nota: b Estimativa baseada nas tendências dos dados de energia da BP relativos a consumo de carvão, petróleo e gás natural (BP, 2011), corrigido com o uso de biodiesel para transporte (UNFCCC, 2012; e outros) c Estimativa baseada em dados preliminares para 2008-2011 para a produção de cimento e produção de cal e amônia do *US Geological Survey* (USGS, 2012) e para cimento na China em 2009, 2010 e 2011: *China Weekly News* (23 de março de 2010), *China Daily* (8 de março de 2011) e NBSC (2010, 2011, 2012). d Estimativa baseada em dados de 2008-2011 para a produção de alumínio da Associação Mundial de Alumínio (WSA, 2012) e USGS(2012) e dados de queima de gás do NOAA (2012, com. pessoal): *Global Gas Flaring Estimates for the World Bank's Global Gas Flaring Reduction partnership* (GGFR).

A Agência Internacional de Energia prevê que países em desenvolvimento serão responsáveis por 90% do crescimento da demanda por energia nos próximos 25 anos, liderados pela China sozinha com mais 30% de participação. Sendo que a taxa de crescimento no consumo de energia na Índia e no Brasil deverá ser mais elevada que na China (IEA, 2011). O setor de energia é responsável pelas maiores emissões antropogênicas de dióxido de carbono, causadas pela queima de combustíveis fósseis.

A transferência e utilização de tecnologias de baixo carbono nos BICs torna-se fundamental para o combate efetivo às mudanças climáticas. Uma pesquisa recente usando uma versão modificada do MERGE5, indica uma probabilidade de mais de 50% de um aquecimento médio global acima do limite de 2 °C na ausência de metas quantitativas de redução de emissões para os países em desenvolvimento (Kypreos, 2012).

⁴ Dados utilizados no relatório Olivier et al., 2011. EDGAR 4.2 se trata de um estudo do Centro de Investigação Conjunta da União Europeia (Joint Research Centre – JRC na sigla original).

EXPERIÊNCIA DOS BICS NO MDL

Entre os três mecanismos flexibilizadores⁵ do Protocolo de Quioto criados para possibilitar que os países desenvolvidos reduzissem suas emissões a um menor custo, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é o único que permite alguma cooperação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento no esforço global de mitigação de emissões de GEE. Por meio do MDL, os países desenvolvidos (Partes do Anexo I da CQNUMC) podem implementar projetos que visem a redução das emissões de GEE em países em desenvolvimento (que não fazem parte do Anexo I da CQNUMC), em troca de Redução Certificada de Emissões (RCE). Estes certificados são contabilizados como créditos de abatimento para os países que possuem metas de redução, e que estejam realizando tais projetos em cooperação. Assim, o MDL permite que uma Parte com metas cumpra parte destas a um custo mais baixo e, ao mesmo tempo, invista em Partes não-Anexo I, contribuindo para o financiamentos e transferência de tecnologias.

A CQNUMC define que as tecnologias para viabilizar as ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas nos países em desenvolvimento devem ser ambientalmente adequadas e promover um desenvolvimento verdadeiramente sustentável. Mais especificamente, os projetos no âmbito do MDL podem envolver investimentos em tecnologias mais eficientes, na substituição de fontes de energias fósseis por renováveis, na racionalização do uso da energia, em atividades de uso da terra que promovam uma remoção maior de carbono, entre outras atividades resumidas na tabela 1.

Tabela 1 - Setores e fontes de atividades elegíveis para o MDL

SETORES	FONTES/SUMIDOUROS PRINCIPAIS	GASES DE EFEITO ESTUFA
Energia	Queima de combustível, setor energético (fontes renováveis/não renováveis), indústrias de transformação construção, transporte, emissões fugitivas de combustíveis (sólidos, petróleo e gás) e outros.	Dióxido de carbono (CO ₂) , Óxido nitroso (N ₂ O), Metano (CH ₄) e Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)
Processos Industriais	Produtos minerais, indústrias de manufatura e química, mineração/produção de metais, emissões fugitivas da produção e consumo de halocarbonetos e hexafluoreto de enxofre, e outros.	Dióxido de carbono (CO ₂) , Óxido nitroso (N ₂ O), Metano (CH ₄), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) e Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)
Resíduos	Disposição de resíduos sólidos, tratamento de esgoto sanitário, tratamento de efluentes líquidos, incineração de resíduos e outros.	Dióxido de carbono (CO ₂) , Óxido nitroso (N ₂ O) e Metano (CH ₄)
Agricultura	Fermentação entérica, tratamento de dejetos, cultivo de arroz, solos agrícolas, queimadas de resíduos agrícolas, queimadas prescritas de savana e outros.	Dióxido de carbono (CO ₂) , Óxido nitroso (N ₂ O) e Metano (CH ₄)
Florestamento e reflorestamento	Atividades de uso da terra, mudança no uso da terra, florestamento e reflorestamento	Dióxido de carbono (CO ₂) , Óxido nitroso (N ₂ O) e Metano (CH ₄)

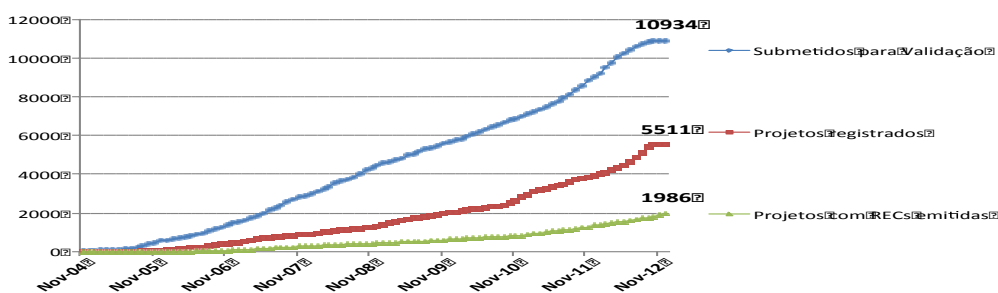
⁵ A Implementação Conjunta, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o Comércio de Emissões; contemplados nos Artigos 6, 12 e 17 do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 1997), respectivamente.

Fonte: Elaboração própria a partir da página da Internet de MDL da CQNUMC⁶ e Mizuno, 2009.

A regulamentação e a operacionalização do MDL ocorrem na estrutura governamental de todos os países signatários do Protocolo de Quioto. O Conselho Executivo do MDL está subordinado CQNUMC e dela recebe orientações, por meio da adoção de decisões e resoluções publicadas em relatórios da CMP.

O final de 2012 coincidiu com o final do primeiro período de comprometimento do Protocolo de Quioto (2008–2012), um marco importante para o MDL. Um dos primeiros grandes marcos do MDL foi o registro do primeiro projeto junto ao Conselho Executivo em novembro de 2004. Entretanto, foi apenas a partir de fevereiro 2005, com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, que as atividades de MDL começaram a se intensificar. Até 31 de dezembro de 2012 foram contabilizados quase 11 mil DCPs submetidos para Validação (UNEP, 2013).

Gráfico 2 - Número acumulado de projetos MDL submetidos para Validação e Registrados



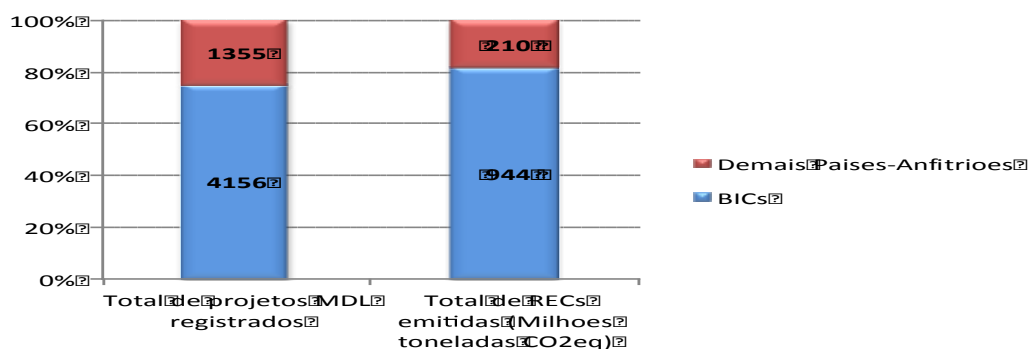
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CQNUMC.

Até 31 de dezembro de 2012 foram emitidas aproximadamente 1,16 bilhões de RCEs provenientes de 1.986 de um total de 5.511 projetos MDL registrados junto ao Conselho Executivo.⁷ Destaca-se que os BICs, responsáveis por mais da metade das emissões de GEE provenientes dos países em desenvolvimento, são sozinhos responsáveis por 82% do volume total de RCEs emitidas e por 75% de todos os projetos MDL registrados, conforme ilustrado no gráfico 3.

Gráfico 3 – Participação dos BICs no MDL (em 31/12/2011)

⁶ transferencia tecnologica.cdunfccc.int/about/index.html.

⁷ Estatísticas do MDL na página da internet da CQNUMC. “CDM Insights”. Disponível em: transferencia tecnologica.cdunfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/index.html. Acesso em: 8/01/2013.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CQNUMC.

O crescimento do MDL foi de fato significativo. Em 2007 o MDL totalizava 12 bilhões de euros, o triplo do valor de 2006.⁸ Baseado na noção que anteceder a era do MDL, de que investimento estrangeiro direto, em geral, promove a transferência de conhecimento, esperava-se que o MDL fosse resultar em fluxos significativos de transferência de tecnologias e know-how dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, tornando-se um veículo de investimento em tecnologias limpas inovadoras.

Não obstante, ainda não se tem um conhecimento adequado do impacto de todos os projetos MDL na transferência e difusão de tecnologias de baixo carbono nos países em desenvolvimento. A grande maioria dos estudos empíricos encontrados na literatura se limitam a investigar o desempenho do MDL com relação a transferência tecnológica baseados, direta ou indiretamente, em informações sobre aquisição de equipamento e/ou *know-how* contidas nos DCPs. Nestes estudos estão incluídos os três sobre este assunto da própria CQNUMC (Seres et al., 2007; Seres et al., 2008; UNFCCC, 2010). Segundo a média aritmética ponderada dos resultados disponíveis nesses estudos cerca de 1/4 dos projetos MDL e metade do volume de redução de emissões no MDL envolveram transferência de tecnologia, entendida estritamente como importação de equipamento e/ou *know-how*.

Não foi encontrado na literatura nenhum estudo específico sobre a contribuição do MDL para a transferência tecnológica nos BICs. Alguns estudos analisaram a contribuição do MDL para o desenvolvimento sustentável, e dentro deste conceito incluíram a questão da transferência de tecnologia inovadoras de baixo carbono, no Brasil, na China e na Índia,

⁸ PointCarbon, CDM-JI Monitor, 23 January 2008, pg. 6.

separadamente.⁹ Considerando-se a preponderância dos BICs no MDL e no crescimento das emissões globais de GEE, assim como a perspectiva de que estes países passarão a ter metas de redução de emissões a partir de 2020, existe uma clara necessidade de se buscar um entendimento mais apurado do papel do MDL na transferência tecnológica para os BICs.

2. METODOLOGIA

Analisa-se a ocorrência de transferência de tecnologia através do MDL nos BICs baseada no conceito mais restrito de transferência de tecnologia (aquisição de equipamento acompanhado de *know-how*) e realizada a partir de um levantamento de dados estatísticos no banco de dados utilizado no último estudo sobre transferência de tecnologia e MDL (UNFCCC, 2010) e de informações sobre RCEs a partir de projetos com transferência de tecnologia.

Os dados utilizados neste estudo são baseados em 2.389 projetos MDL registrados junto ao Conselho Executivo até 8 de dezembro de 2010. Estes projetos são responsáveis por mais de 1,8 bilhão de RCEs, ou seja mais de 1.800 milhões de toneladas métricas de CO₂-equivalente (Mt CO₂e) em redução de emissões até o final de 2012, conforme calculados estimados nos DCPs. Foram utilizadas as seguintes fontes de informação sobre estes projetos: planilha com dados sobre os DCPs utilizada no último estudo sobre a contribuição do MDL para a transferência de tecnologia realizado pela CQNUMC (UNFCCC, 2010),¹⁰ a aba “*CDM_Projects*” da planilha banco de dados da *UNEP Risø CDM Pipeline* e a aba “*Issued*” do banco de dados de projetos MDL do Instituto para Estratégias Ambientais Globais (IGES) do Ministerio do Meio Ambiente do Japão. Além disso foram consultados alguns DCPs, Relatórios de Monitoramento e Relatórios de Verificação. Destaca-se que dos 2.389 projetos MDL aprovados até 8 de dezembro de 2010, apenas 1.568 chegaram a ter RCEs emitidas até 29 de novembro de 2012, totalizando 1,05 bilhões de RCEs.

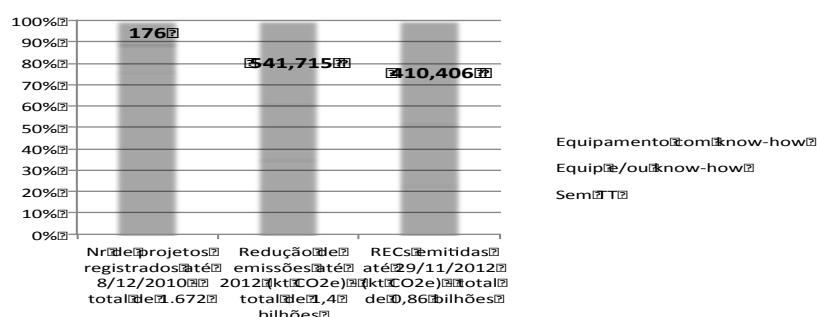
RESULTADOS ENCONTRADOS

⁹ Wang, B (China), Lewis, J.I (China), Hultman et al (Brasil e Índia). Teng e Zhang, 2010, fazem uma análise do desempenho do MDL como um todo na China.

¹⁰ Disponibilizada para a autora via correio eletrônico pelo Secretariado da CQNUMC em 4 de dezembro de 2012.

Um total de 1.672 dos 2.389 projetos MDL registrados até 8 de dezembro de 2010 foram realizados nos BICs, sendo responsáveis por 1,4 bilhão de reduções de emissão em CO₂e até 2012 calculadas nos DCPs. Desse total apenas 174 projetos (11% do total realizado nos BICs) responsáveis por 541 mil toneladas de CO₂e, envolveram aquisição de equipamento acompanhada de transferência de *know-how*. Destaca-se ainda que apenas cerca de 410 milhões de RCEs foram emitidas para estes projetos até 29 de novembro de 2012 (48% do total de RCEs oriundas de projetos MDL nos BICs), conforme mostra o gráfico 5. Este volume representa ainda 40% do total de RCEs emitidas até 29 de novembro de 2012.

Gráfico 4 – Transferência de tecnologia nos projetos MDL registrados ate 8/12/2010 nos BICs

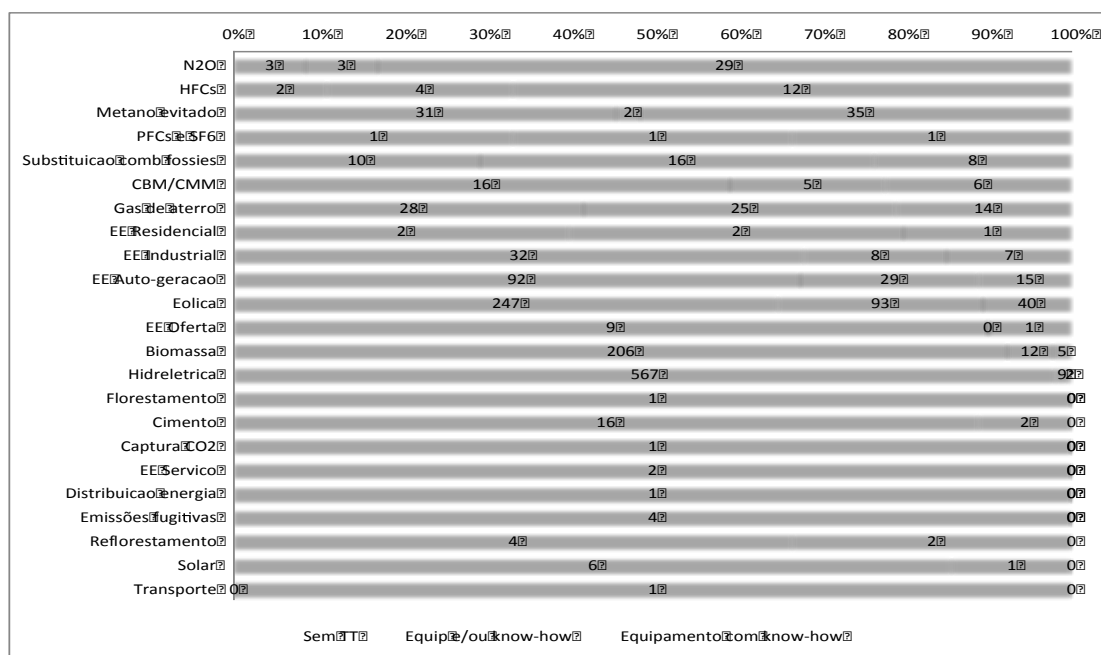


Fonte: Elaboração própria a partir de consultas a DCPs e/ou outros documentos de projeto, de dados sobre os DCPs utilizados no último estudo sobre a contribuição do MDL para a transferência de tecnologia realizado pela CQNUMC (UNFCCC, 2010), a aba “CDM Projects” da planilha do banco de dados da *UNEP Risk CDM Pipeline* e a aba “Issued” do banco de dados de projetos MDL do Instituto para Estratégias Ambientais Globais (IGES) do Ministério do Meio Ambiente do Japão.

Percebe-se que uma análise mais criteriosa dos dados disponíveis de DCPs considerando o conceito mais restrito e mais preciso de transferência de tecnologia no contexto do MDL, indica que não houve quase transferência de tecnologia através de projetos MDL nos BICs. Comparado aos 20% da análise semelhante feita em todos os projetos MDL acima (ver tabela 6) a taxa de transferência de tecnologia é muito menor nos BICs. Foram apenas 11% dos projetos registrados realizados nestes países. Essa baixa taxa pode ser explicada pela existência de tecnologias locais no caso da maioria dos tipos de projetos implantados nestes países, em grande parte projetos de energia renováveis. Cabe notar que em termos de volume de redução de emissões a taxa de transferência de tecnologia é bem mais expressiva (48% do total de RCEs oriundas de projetos MDL nos BICs) em função do poder de aquecimento global dos gases envolvidos nos 176 projetos onde houve aquisição de equipamento acompanhada de transferência de *know-how*.

Em termos de tipos de projetos, nota-se que os projetos *end-of-pipe* que envolvem os gases industriais como o oxido nitroso (N₂O) e os hidrofluorcarbonos (HFCs) e gás metano (CH₄) evitado (tratamento de resíduos animais) se destacam como tendo uma incidência significativa de aquisição de equipamento acompanhada de *know-how* comparado ao total de projetos semelhantes realizados nos BICs: N₂O com 83%, HFCs com 67% e metano evitado com 51%. O gráfico 6 ilustra a predominância destes três tipos de projetos.

Gráfico 5 - Transferência de tecnologia nos projetos MDL registrados ate 8/12/2010 realizados nos BICs por tipo de projeto (total de 1.672 projetos)



Fonte: Ibid.

Dois terços dos 176 projetos onde houve aquisição de equipamento acompanhado de *know-how*, correspondendo a quase 80% das reduções de emissões até 2012 calculadas nos DCPs com transferência de equipamento acompanhado de *know-how* e 90% das RCEs emitidas até 29 de novembro de 2012, estão concentrados em apenas 4 categorias de projetos (cerca de 16% do numero total de categorias), conforme mostra a tabela 10.

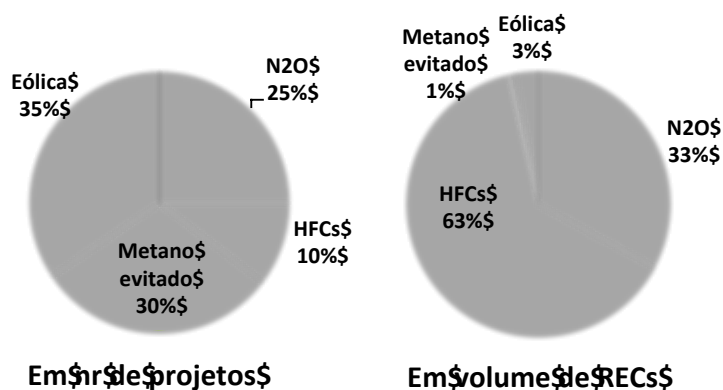
Tabela 2 – Principais tipos de projeto com aquisição de equipamento acompanhado de *know-how*

Tipo de projeto MDL	Incidência de transferência de equipamento e know-how nos BICs	Nº projetos registrados até 8/12/2010 com transferência de equipamento e know-how realizados nos BICs	Redução de emissões até 2012 estimada nos DCPs com transferência de equipamento e know-how de projetos MDL nos BICs (mil tCO ₂ e)	RECs emitidas até 29/11/2012 com transferência de equipamento e know-how (mil tCO ₂ e)
N ₂ O	83%	29	135,698	121,685
HFCs	67%	12	263,589	234,837
Metano evitado	51%	35	11,583	3,162
Eólica	33%	40	17,614	10,412
Sub-total (top 4)		116	428,483	370,096

Fonte: Ibid.

Conforme pode-se observar na tabela 10, os 116 projetos MDL realizados nos BICs onde se observou uma maior incidência de transferência tecnológica em termos de aquisição de equipamento acompanhado de *know-how* foram projetos *end-of-pipe* envolvendo os gases industriais HFCs e N₂O e gás metano evitado e projetos de prevenção de poluição através de geração de energia eólica, conforme mostra o gráfico 9. Os anexos I a IV incluem listagens completadas dos 116 projetos divididos nos 4 grupos de projeto, respectivamente.

Gráfico 6 – Distribuição dos 116 projetos selecionados



Fonte: Ibid.

ANALISE QUALITATIVA

Os 116 projetos selecionados nesta parte do estudo correspondem a dois terços do total de projetos MDL com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how* nos BICs e 90% do volume de RECs produzidas por projetos MDL com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how* nos BICs. A ocorrência de transferência de tecnologia em cada um desses quatro grupos de projetos por ordem decrescente de incidência de aquisição de equipamento acompanhada de *know-how* comparado ao total

de projetos semelhantes realizados nos BICs são: N₂O com 83%, HFCs com 67%, metano evitado com 51% e energia eólica com 33%

PROJETOS DE DESTRUIÇÃO DE N₂O

Os 29 projetos de metano evitado identificados correspondem a 16% do total de projetos MDL com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how* nos BICs. Por outro lado, eles correspondem a 77% do total de projetos deste tipo realizados nos BICs. Apenas 4 dos 29 projetos identificados são unilaterais, o que confirma a conclusão encontrada na literatura de que transferência de tecnologia através do MDL está positivamente correlacionada com projetos bilaterais ou multilaterais. Analogamente, todos os projetos são de grande escala, o que também confirma a conclusão encontrada na literatura de que transferência de tecnologia através do MDL está positivamente correlacionada com projetos de grande escala.

Esses 29 projetos envolvem a redução da emissão de óxido nitroso (N₂O; PAG de 310) em dois processos industriais diferentes, na produção de ácido nítrico (HNO₃), usado em fertilizantes nitrogenados, e na produção de ácido adípico (usado para fabricar nylon). A tecnologia utilizada nestes tipos de projeto se trata de uma tecnologia de tratamento de resíduos, ou seja, *end-of-pipe* (fim de tubo na tradução literal), pois não evita a geração da poluição e sim apenas a trata tornando-a menos danosa para o meio ambiente. Isso ocorre em virtude do projeto envolver a instalação de catalisadores para decompor o N₂O formado durante a oxidação da amônia (NH₃) no caso da fabricação de ácido nítrico ou durante a oxidação nítrica no caso da fabricação de ácido adípico, ou de equipamento de oxidação térmica de N₂O na fabricação de ácido adípico.

A lista continha originalmente 27 projetos ao se utilizar apenas os dados de DCPs incluídos no banco de dados do último estudo da CQNUMC (UNFCCC, 2010). Entretanto, uma análise mais cautelosa de dois projetos de N₂O em plantas de ácido adípico localizadas na China, através da revisão de seus Relatórios de Monitoramento submetidos à CQNUMC, atesta que houve aquisição de equipamento associado ao *know-how* transferido nos dois casos. O primeiro projeto tem como proponente o maior produtor de ácido adípico na China, PetroChina, utilizando tecnologia fornecida pela BASF alemã e segundo o terceiro maior Henan Shenma utilizando tecnologia e *know-how* fornecidos pela INVISTA Technologies, baseada na Suíça, porém de propriedade da

americana Koch Industries, maior produtora mundial de ácido adipico. Portanto, decidiu-se incorporar esses dois projetos na presente análise.

Por outro lado, cabe ressaltar que não está clara a razão pela qual um outro projeto de decomposição de N_2O na planta de ácido adípico da Rhodia, indústria produtora de nylon e plásticos em Paulínia, São Paulo, fora identificado como projeto com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how* baseado apenas em seu DCP. Pois apenas no seu Relatório de Monitoramento consta a informação de que a tecnologia e o *know-how* foram importados. Esse aspecto foi observado também em diversos outros projetos de decomposição de N_2O em plantas de ácido nítrico. Em vários casos, apenas fica evidente a transferência de equipamento e *know-how* a partir da análise de outros documentos de projeto como o Relatório de Validação. Ambos os projetos de destruição de N_2O na produção de ácido nítrico e na produção de ácido adipico listados envolveram aquisição de equipamento estrangeiro acompanhado de *know-how*. E, aparentemente, propiciaram a implementação de soluções de mitigação de N_2O altamente eficientes. A tabela 11 mostra que os projetos MDL tiveram uma performance muito melhor do que os valores de referência fornecidos pelo IPCC para as melhores tecnologias disponíveis (Bernstein et al. 2007; Apud Schneider et al., 2008). Portanto, a princípio poderia-se concluir que esse tipo de projeto envolve transferência de tecnologia, em linha com os resultados encontrados na literatura.

Tabela 3 – Valores de referência e eficiência na redução de emissões de N_2O .

	Catalítica	Térmica
Diretrizes do IPCC 2006	82%	96%
Quarto Relatório de Avaliação do IPCC	89%	96%
Projetos MDL	99%	99%

Fonte: Schneider et al., 2008.

Por outro lado, uma análise mais detalhada da tecnologia e atores envolvidos nessas transferências mostra que não se tratou de difusão de tecnologia inovadoras de baixo carbono nesses países. A tecnologia usada nestes projetos, de fato, era nova nos BICs (Schneider et al., 2008). No caso da indústria de ácido adipico, entretanto, ela não era desconhecida para as empresas que a introduziram nesses países no caso dos projetos de N_2O na produção de ácido adipico. A Rhodia, por exemplo, o fez em 1998 em sua planta na França antes de implantar em suas subsidiárias no Brasil e na Coreia do Sul através do MDL. No entanto, por se tratar de transferência de equipamento e *know-how* entre empresas pertencentes a mesmos grupos multinacionais, não se considera tratar-se de um

caso de transferência de tecnologia bem-sucedida, pois não induziu a difusão tecnológica no país em desenvolvimento.

A maioria dos projetos de N₂O na produção de ácido nítrico, por sua vez, aparentemente envolveram transferência de tecnologia. Antes do MDL, não se destruíam N₂O em plantas de produção de ácido nítrico, com exceção de alguns projetos-piloto na Europa. Com o incentivo do MDL, novas tecnologias de destruição de N₂O e padrões de monitoramento foram desenvolvidos e introduzidos em 63 plantas localizadas em 11 países em desenvolvimento (Kollmuss e Lazarus, 2010). As maiores empresas chinesas de ácido nítrico desenvolveram projetos MDL utilizando tecnologia fornecida pela firma norueguesa YARA, a maior fabricante mundial de fertilizantes nitrogenados (Marconi e Sanna-Randaccio, 2012). No entanto, cabe destacar o fato do conteúdo tecnológico desse tipo de tecnologia (*end-of-pipe*) utilizado tanto na produção de ácido nítrico quanto na produção de ácido adipico ser considerado relativamente baixo por não se tratar de tecnologia inerente aos processos produtivos principais das empresas e por incorporar um *know-how* tecnológico limitado (Schneider et al., 2008).

PROJETOS DE DESTRUIÇÃO DE HFC-23

Os 12 projetos de destruição de hidrofluorcarbonos (HFCs) identificados como projetos com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how* baseado na planilha com dados sobre os DCPs utilizada no último estudo sobre a contribuição do MDL para a transferência de tecnologia realizado pela CQNUMC (UNFCCC, 2010). Juntos eles correspondem a apenas 7% do total de projetos MDL com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how* nos BICs. Por outro lado, eles correspondem a 67% do total de projetos deste tipo realizados nos BICs. Apenas 2 dos 12 projetos identificados são projetos unilaterais, o que confirma a conclusão encontrada na literatura de que transferência de tecnologia através do MDL está positivamente correlacionada com projetos bilaterais ou multilaterais. Analogamente, 11 são projetos de grande escala, o que também confirma a conclusão encontrada na literatura de que transferência de tecnologia através do MDL está positivamente correlacionada com projetos de grande escala.

A tecnologia utilizada pela grande maioria destes projetos envolve a incineração de HFC-23 (PAG de 11.700) co-produzido na fabricação do gás refrigerante HCFC-22 (também conhecido como R22). Cabe ressaltar que um dos 12 projetos listados envolve outra tecnologia voltada para a substituição de HFC-134a (PAG de 1.300) por pentano como

produto dilatador na fabricação de espuma de poliuretano rígida. Esta última tecnologia não é fim de tubo pois altera o processo de fabricação da indústria.

Embora projetos de incineração de HFC-23, como os projetos de decomposição de N₂O na produção de ácido adipico, tenham recebido duras críticas por não contribuir para o desenvolvimento sustentável, a transferência de tecnologia nestes projetos foi de fato induzida pelo MDL. A empresa francesa VICHEM é o maior provedor tecnológico da maioria dos projetos de destruição de HFC-23 na China. A transferência de tecnologia é induzida pelo MDL, pois não existe nenhuma regulamentação sobre as emissões de HFC-23 na China e não existe nenhum outro incentivo financeiro para empresas estabelecerem unidades de decomposição de HFC-23 (Teng e Zhang, 2010). Entretanto, a tecnologia em questão requer apenas pequenas alterações tecnológicas de baixo custo às fábricas de HCFC-22 existentes. Mas pelo fato do HFC-23 ser um GEE com alto poder de aquecimento global (11.700), ele gera uma enorme quantidade de RCEs. A empresa indiana do setor químico SRF Ltd, no Rajastão, alega que pode gerar um volume de até 3,8 milhões de RCEs por ano usando este processo. Apenas em 2006/7, a empresa ganhou € 87 milhões com a venda de RCEs (Wara e Victor, 2008).

O custo de destruição de HFC-23 é tão baixo que as empresas produtoras de HCFC-22 ganham mais dinheiro (Wara, 2007; *Apud* Popp, 2011). Estas margens enormes fizeram com que empresas produzissem uma quantidade de HCFC-22 além da demanda e prolongassem o funcionamento de fábricas de propósito.¹¹ Com isso, RCEs têm significado um aumento na produção de HFCs acima da demanda de mercado, solapando o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, tratado internacional que visa aos poucos eliminar a produção de uma série de substâncias vistas como responsáveis por exaurir o ozônio (Wara e Victor, 2008; Comissão Europeia, 2010).¹² Em vista destes incentivos perversos, a tecnologia de destruição de HFC-23 poderia ser definida como uma forma insustentável de transferência de tecnologia no âmbito do MDL (Chatterjee, 2011).

PROJETOS DE METANO EVITADO EM MANEJO DE DEJETO ANIMAL

¹¹ Carbon Market Watch Recommendations to SBSTA-37 - http://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2012/11/CarbonMarketWatch_Recommendations_CMP8_SBSTA.pdf

¹² O uso de HFC-23 já está proibido nos países desenvolvidos em função do Protocolo de Montreal.

São 35 projetos de metano evitado identificados como projetos com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how*. Juntos eles correspondem a 20% do total de projetos MDL com ocorrência de transferência de equipamento e de *know-how* nos BICs. Por outro lado, eles correspondem a mais da metade do total de projetos deste tipo realizados nos BICs. Nenhum deles é unilateral, o que confirma a conclusão encontrada na literatura de que transferência de tecnologia através do MDL está positivamente correlacionada com projetos bilaterais ou multilaterais. Analogamente, mais de 50% são projetos de grande escala, o que também confirma a conclusão encontrada na literatura de que transferência de tecnologia através do MDL está positivamente correlacionada com projetos de grande escala. A tecnologia utilizada neste tipo de projeto é *end-of-pipe* (fim de tubo na tradução literal), pois não evita a geração da poluição e sim apenas a trata tornando-a menos danosa para o meio ambiente. Isso ocorre em virtude do projeto envolver a substituição de sistemas de lagoas a céu aberto por sistemas baseados em digestores anaeróbicos a temperatura ambiente que produzem biogás contendo alto percentual de gás metano, que pode ser utilizado para a produção de energia localizada (aquecimento ou eletricidade), convertendo gás metano (CH_4) em gás carbônico (CO_2). Como o poder de aquecimento global (PAG) do metano é 21 vezes superior ao do gás carbônico, o projeto torna as emissões da atividade envolvida menos impactantes em termos de aquecimento global. Com exceção de um projeto realizado na China, todos os demais 34 projetos foram implantados no Brasil. De forma análoga, com exceção do projeto chinês que envolveu um sistema de manejo de dejetos em granjas de aves confinadas, todos os demais projetos envolveram sistemas de manejo de dejetos em granjas de suínos confinados e representam 77% dos projetos similares realizados no Brasil.

Analisando estes projetos mais de perto, nota-se que houve aquisição de equipamento estrangeiro, na medida em que foi utilizada uma lona especial comprada da empresa canadense Vinil Sol. O conhecimento específico necessário para a instalação, operação e manutenção do sistema foi fornecido por outra empresa do Canadá participante do projeto, a AgCert, em troca de 90% dos recursos oriundos da venda das RCEs (Silva Junior, 2011). A priori, portanto, estes projetos envolveram transferência de tecnologia em termos de aquisição de equipamento acompanhado de *know-how*, confirmando também o entendimento de Dechezlepretre et al. 2010.

Destaca-se ainda o fato de biodigestores já existirem no Brasil desde a década de 70 (Marques et al. 2007) estimulados naquela década por programas governamentais voltados para a produção de fertilizantes e de geração de energia em localidades rurais não conectadas a rede nacional de energia elétrica (Almeida, 2008). Esta tecnologia foi, no entanto, abandonada pela falta de treinamento, dificuldades com a mão-de-obra, baixa qualidade de materiais utilizados, entre outros. Embora não haja um estudo específico sobre a eficácia e alcance da transferência de *know-how* da Agcert para os suinocultores brasileiros envolvidos nos projetos MDL em questão, considerando a baixa performance deste tipo de projeto e como não foi desenvolvido nenhum outro projeto similar após a falência da AgCert, questiona-se a relevância e o sucesso da transferência de tecnologia ocorrida. Portanto, o MDL não parece ter contribuído efetivamente para a transferência de tecnologia inovadoras de baixo carbono acompanhada de *know-how* e, portanto, de difusão de uma tecnologia inovadoras de baixo carbono relevante para a suinocultura brasileira. De qualquer maneira, ressalta-se mais uma vez, que esse tipo de projeto envolve uma tecnologia, *end-of-pipe*, ou seja, que não atua na prevenção da poluição através de tecnologia limpa.

3. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A partir da análise desenvolvida neste trabalho, pôde-se concluir que:

A taxa de transferência de tecnologia é muito menor nos BICs: apenas 11% do total de projetos MDL realizados nos BICs tiveram transferência de tecnologia;

O volume de RCEs oriundo de projetos com transferência de tecnologia nos BICs representou quase a metade do total de RCEs oriundas de projetos MDL nos BICs (410 milhões das 860 milhões de RCEs), que por sua vez representou mais de 80% de todo o volume de RCEs produzidas até o final de novembro de 2012; Análises baseadas em dados compilados de DCPs não são suficiente para retratar a realidade; pois em muitos casos as informações sobre aquisição de equipamento e/ou *know-how* se dão nos Relatórios de Validação ou de Monitoramento, pois além da falta de acurácia nas informações contidas em alguns DCPs, a própria mensuração de transferência de tecnologia baseada no número de projetos com pleitos de transferência de tecnologia em seus DCPs mostrou-se inadequada;

Há uma correlação positiva entre transferência de tecnologia e projetos de grande escala, e projetos bilaterais ou multilaterais;

Existe uma predominância de tipos de projetos com custos de investimento mais baixos, menores riscos e elevada taxa de produção de RCEs (N₂O, HFCs, metano evitado) no portfolio de projetos MDL com transferência de tecnologia nos BICs, tanto em termos de numero de projetos como em termos de volume de RCEs. Entretanto a avaliação criteriosa conduzida na análise qualitativa, revelou alguns aspectos relevantes sobre a qualidade da transferência de tecnologia observada nos quatro principais tipos de projeto, conforme segue.

O conteúdo tecnológico da tecnologia de redução de N₂O utilizada tanto na produção de acido nítrico quanto na produção de acido adipico nos BICs é relativamente baixo por não se tratar de tecnologia inerente aos processos produtivos principais das empresas e por incorporar um *know-how* tecnológico limitado;

A transferência de tecnologia de destruição de HFC-23 identificada em unidades de produção de HCFC-22 na China e na Índia consiste em uma forma insustentável de transferência de tecnologia no âmbito do MDL em função dos incentivos perversos observados nestes projetos.

Cabe notar que outra tecnologia envolvendo redução de HFC, a substituição de HFC-134a por pentano como produto dilatador na fabricação de espuma de poliuretano rígida, apresentou um potencial para transferência de tecnologia na Índia inicialmente, entretanto, não pôde ser considerada como bem-sucedida pois nenhum dos projetos chegou a gerar RCEs (até o final de novembro de 2012).

Os projetos de metano evitado através do uso de biodigestores na suinocultura (principalmente no Brasil) envolveram transferência de tecnologia a principio (77% dos projetos similares realizados no Brasil); entretanto, a avaliação especifica revelou que tratou-se em grande parte de uma empresa fornecedora de *know-how*, Agcert, que cometeu erros de estimação de redução de emissões levando-a a falir e deixar os equipamentos aos cuidados dos suinocultores, e projetos com baixo desempenho (inibindo o desenvolvimento de novos projetos); portanto aparentemente não houve transferência de tecnologia bem-sucedida.

Os 3 tipos de projetos listados acima envolvem tecnologias, *end-of-pipe*, ou seja, que atuam no tratamento/remediação e não na prevenção/redução da poluição através de tecnologia limpa e, portanto, não evitam emissões de GEE;

Portanto, pode-se concluir que o MDL não teve uma contribuição significativa para a transferência bem-sucedida de tecnologias inovadoras de baixo carbono nos BICs. Porém, este fato não quer dizer que os BICs não estejam bem encaminhados e com uma base de conhecimento tecnológico adequada para apresentar soluções de mitigação de emissões de GEE baseadas em tecnologias inovadoras de baixo carbono. Outros veículos de transferência tecnológica estiveram presentes nos BICs, como pode ser observado e elaborado acima em relação à indústria de energia eólica nos BICs.

Assim, aspectos identificados durante o desenvolvimento deste trabalho sugerem recomendações que podem ser feitas para que novos mecanismos, semelhantes ao MDL, que venham a ser delineados tornem-se veículos eficazes de transferência de tecnologias inovadoras de baixo carbono para países em estágios menos avançados de desenvolvimento.

Deve-se desenhar uma estrutura orientada não apenas para o estágio final de emissão de certificados de redução de emissões, mas também para um processo que busque transferência bem-sucedida de tecnologia limpa inovadora e replicável para países em estágios menos avançados de desenvolvimento. Deve-se assegurar também que as necessidades e prioridades tecnológicas de cada país anfitrião sejam atendidas. Para tanto, é fundamental delinear um processo onde essas necessidades e prioridades sejam bem definidas e casadas com a vocação de cada país, assim como estabelecer incentivos locais adequados a essas necessidades e prioridades que confirmem economicidade (incentivos fiscais, receita mínima, escalabilidade, e/ou redução de custos de transação) e capacitação técnica (treinamento específico e/ou pesquisa e desenvolvimento), sem as quais não há como se assegurar a transferência bem-sucedida de tecnologia, ou seja, difusão tecnológica.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, G. V. B. P. A., 2008. Biodigestão anaeróbica na suinocultura. Trabalho de conclusão de curso. Medicina Veterinária. Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – UniFMU. São Paulo
- Azar, C., Lidsjö, K. et al. The feasibility of low CO₂ concentration targets and the role of bio-energy with carbon capture and storage (BECCS). *Climatic Change* (2010) 100:195–202.
- De Sepibus, J. 2009. Reforming the Clean Development Mechanism to accelerate Technology Transfer. NCCR Trade Working Paper No 2009/42 NOVEMBER 2009.
- Fenhann, J., 2013. UNEP Risø CDM/JI Pipeline Analysis and Database. Disponível em: www.cdmpipeline.org Acessado em: 08/01/2013
- Fisher, B., Nakicenovic, N., et al., Climate change 2007. Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, pp 169–250

- Graßl, Kokott J et al (2003) Climate protection strategies for the 21st century: Kyoto and beyond. Report prepared by the German Advisory Council on Global Change (WBGU), Berlin, Germany
- Haïtes Eric, Duan Maosheng, Seres Stephen. (2006). Technology transfer by CDM projects, *Climate Policy* 6, 327–344.
- Hansen, 2005. A slippery slope: how much global warming constitutes dangerous anthropogenic interference. *Climate Change* 68:269–279
- Hansen, J.; Sato, M., Kharecha, P. Beerling, D.; Masson-Delmotte, V.; Pagani, M.; Raymo, M. ; Royer, D. L. ; Zachos, J. C. 2008. Target Atmospheric CO₂: Where Should Humanity Aim? http://apud.columbia.edu/~jeh1/2008/TargetCO2_20080407.pdf
- IEA, 2012. CO₂ Emissions from Fuel Combustion (2012 Edition), IEA, Paris. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,32870,en.html>
- JRC/PBL (European Commission, Joint Research Centre (JRC)/PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2010), Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release version 4.1. Internet: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu>
- Kollmuss, A., Lazarus, M., 2010. Industrial N₂O Projects Under the CDM: The Case of Nitric Acid Production November 8, 2010 Stockholm Environment Institute, Working Paper WP-US-1007..
- Kypreos, S. 2012. From the Copenhagen Accord to efficient technology protocols. *Energy Policy* 44 (2012) 341–353.
- Lewis, J., 2007. Technology Acquisition and Innovation in the Developing World: Wind Turbine Development in China and India. *Studies in Comparable International Development*. December 2007, Volume 42, Issue 3-4 pp 208-232
- Madsen, H. e Natarajan, A. 2011. Challenges and prospects for wind energy to attain 20% grid penetration by 2020 in India. *Current Science*, Vol. 101, No. 1, 10 July 2011.
- Marconi, D. e Sanna-Randaccio, F., 2012. The clean development mechanism and technology transfer to China. *Questioni di Economia e Finanza*. Number 129 – September 2012.
- MOREIRA, H.M; GIOMETTI, A.B.R.; Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. *Contexto int.*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, abr. 2008.
- Munasinghe, L., T.-S. Jun, and D.H. Rind, 2012: Climate change: A new metric to measure changes in the frequency of extreme temperatures using record data. *Climatic Change*, 113, 1001-1024, doi:10.1007/s10584-011-0370-8.
- OCDE/IEA, 2011. Inida: Statistics.
- Oliveira, Luiz Roberto Pelosi de, 2005. Biodigestor. II Simpósio Goiano de Suinocultura. Goiânia. Set 2005.
- Popp, D., 2011. International technology transfer, climate change, and the Clean Development Mechanism. *Review of Environmental Economics and Policy*. 5(1): pp. 131-152.
- Schmid, G., 2012. Technology Transfer in the Clean Development Mechanism: the role of host country characteristics, Working paper WPS 12021, Department of Economics, University of Geneva.
- Schneider Malte, Holzer Andreas, Hoffmann Volker H. (2008). Understanding the CDM's contribution to technology transfer, *Energy Policy*, vol. 36, no. 8, pp. 2930-2938.
- Seres, S. e Laïtes, E., 2008. Analysis of Technology Transfer in CDM Projects, Prepared for the UNFCCC Registration & Issuance Unit. Disponível em: http://cdm.unfccc.int/about/CDM_TT/index.html
- Silva Júnior, A.C., 2011. Projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL): promotores de tecnologias mais limpas no Brasil? Tese de Doutorado em Engenharia Industrial. Universidade Federal da Bahia, Faculdade Politécnica, 2011.
- Teng F., Zhang X., 2010. Clean development mechanism practice in China: current status and possibilities for future regime. *Energy*; *Energy* 35 (2010) 4328–4335.
- UNFCCC, 2010. The Contribution of the Clean Development Mechanism under the Kyoto Protocol to Technology Transfer.
- UNFCCC, 2012. Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its seventeenth session. 15 Mar 2012 unfccc.int/bodies/body/6383/php/view/reports.php
- Wara, Michael; Victor, David G. (2008). A Realistic Policy on International Carbon Offsets, wp 74, Stanford University, Standfard, available at: http://iis-db.stanford.edu/pubs/22157/WP74_final_final.pdf
- World Resources Institute, Climate Analysis Indicators Tool (WRI, CAIT). 2012. CAIT version 9.0. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at: <http://cait.wri.org> .