



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**  
**NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**KRISTIAN BRITO PASINI**

**PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO  
(MDL) EM ATERROS SANITÁRIOS:  
CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS AMBIENTAIS PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Salvador

2011

**KRISTIAN BRITO PASINI**

**PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO  
(MDL) EM ATERROS SANITÁRIOS:  
CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS AMBIENTAIS PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Administração do Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. José Célio Andrade

Salvador

2011

Escola de Administração - UFBA

P288 Pasini, Kristian Brito

Projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) em aterros sanitários: contribuições das tecnologias ambientais para o desenvolvimento sustentável / Kristian Brito Pasini. – 2011.

124 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Célio Andrade.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, 2011.

1. Desenvolvimento sustentável – Brasil. 2. Tecnologia ambiental - Brasil. 3. Transferência de tecnologia – Brasil. 4. Política ambiental – Brasil. 5. Desenvolvimento econômico – Aspectos ambientais – Brasil. I. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. II. Andrade, José Célio. III. Título.

CDD – 363.700981

**KRISTIAN BRITO PASINI**

**PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL)  
EM ATERROS SANITÁRIOS:  
CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS AMBIENTAIS PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Administração, Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia.

Aprovada em 5 de julho de 2011.

**Banca Examinadora**

Antônio Costa Silva Júnior \_\_\_\_\_  
Doutor em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia  
Petrobras / Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE)

José Célio Silveira Andrade – Orientador \_\_\_\_\_  
Pós-Doutor em Ciências Políticas e Relações Internacionais pela Université Laval, Québec,  
Canadá  
Doutor em Administração pela Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Maria Valéria Gaspar de Queiroz Ferreira \_\_\_\_\_  
Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia  
Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR) / Universidade Católica  
do Salvador (UCSAL)

A

Suria, mulher incrível, força criativa e mãe exemplar.

Caian, filho inventivo e atencioso, minha esperança no futuro.

Meus pais, grandes exemplos de uma vida de trabalho e dedicação.

## AGRADECIMENTOS

A minha família, que sempre celebrou as minhas conquistas. A meus pais, que me deram as mais fantásticas oportunidades de aprendizado mundo afora. A meus irmãos, que cresceram e aprenderam ao meu lado.

A Suria e Caian - família que escolhi para mim, esposa e filho incríveis – pela paciência, carinho e suporte, sobretudo na minha ausência. Aos meus sogros Sueli e João, por toda ajuda dispensada nos últimos anos.

A José Célio Silveira Andrade, orientador sempre atencioso, pelo incentivo, paciência e inspiração.

Ao meu grupo de pesquisa do LABMUNDO / CNPq – Luana, Antônio, Luciano, Thaís, Andréa, Annita, Fátima, André e demais pesquisadores – sem os quais não teria realizado minha pesquisa e junto com os quais me empenhei na produção de artigos e colhi bons frutos dentro e fora do Brasil.

Ao Núcleo de Pós-Graduação em Administração da UFBA pelo apoio e infra-estrutura. Aos professores José Antônio Gomes de Pinho, Sandro Cabral, Carlos Roberto Sanchez Milani, Genauto Carvalho de França Filho, Tânia Maria Diederichs Fischer, Maria do Carmo Lessa Guimarães e Maria Elisabete Pereira dos Santos, por ampliar minhas perspectivas ao longo desta jornada. A Anaélia e Dacy, funcionárias do NPGA, pelo profissionalismo e atenção.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro concedido através de seu Programa de Bolsas, durante toda a duração do mestrado.

A todas as empresas que abriram suas portas e pessoas que gentilmente prestaram seus depoimentos para minha pesquisa nos últimos dois anos.

Aos antigos colegas do Instituto Recôncavo de Tecnologia (IRT) que apoiaram minha partida em direção ao mestrado e aos atuais colegas da UNIJORGE que dispensaram a mim o tempo e apoio necessários para entregar e defender esta dissertação, nos derradeiros momentos deste caminho trilhado.

A todos os amigos que carinhosamente torceram por meu sucesso.

A todas as pessoas que porventura eu tenha esquecido e que mereçam meus mais sinceros agradecimentos.

A tudo aquilo de imanente que nos permite viver e respirar. A tudo aquilo que o ser humano ainda desconhece e um dia descobrirá. Ao legado imaterial do qual fazemos parte, que continuará para muito além dos nossos últimos dias.

O egoísmo pessoal, o comodismo, a falta de generosidade, as pequenas cobardias do quotidiano, tudo isto contribui para essa perniciosa forma de cegueira mental que consiste em estar no mundo e não ver o mundo, ou só ver dele o que, em cada momento, for susceptível de servir os nossos interesses.

**José Saramago**

## RESUMO

O Protocolo de Kyoto (PK) é considerado um dos mais significativos acontecimentos políticos mundiais sobre o meio ambiente. Através deste marco da governança ambiental global grandes nações industriais se comprometeram a reduzir suas emissões de gases poluentes na atmosfera. Para viabilizar o cumprimento de metas de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), foram criados três mecanismos de flexibilização. Dentre estes, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é o único que permite a participação de países em desenvolvimento, como o Brasil. O MDL busca reduzir a emissão de GEE em países em desenvolvimento para assim gerar créditos de carbono que possam ser vendidos a países desenvolvidos signatários do PK que necessitem destes para atender suas metas de redução de GEE. Em aterros sanitários, o MDL é uma alternativa para se viabilizar financeiramente projetos de coleta e queima controlada de biogás, com ou sem geração de energia. A presente dissertação tem por objetivo analisar as contribuições dos projetos de MDL em aterros sanitários brasileiros para a promoção de tecnologias ambientalmente seguras e para o desenvolvimento sustentável. A pesquisa consistiu de duas etapas: na primeira, 17 projetos de MDL em aterros aprovados até o ano de 2007 foram analisados através da análise de conteúdo dos seus respectivos Documentos de Concepção de Projeto (DCPs) e na segunda etapa foi realizado o estudo de dois casos analítico-explicativos por meio de entrevistas semiestruturadas e de triangulação de dados. Os resultados da pesquisa indicaram que rentabilidade é o principal motivador dos projetos de MDL em aterros sanitários e que riscos de investimento e incertezas quanto à matriz energética brasileira são a principal barreira para se implantar projetos de coleta de biogás que gerem eletricidade. Nota-se também que em boa parte dos projetos não ocorre, tal como previsto nas regras do Protocolo de Kyoto, ampla transferência de tecnologias ambientais para os países em desenvolvimento a partir das nações mais desenvolvidas. Pode-se concluir que os projetos de MDL executados em aterros brasileiros estão longe de atingir seu propósito básico de minimizar os efeitos das mudanças climáticas estimulando um modelo de desenvolvimento mais limpo.

**Palavras-chave:** Aterros Sanitários, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Protocolo de Kyoto, Créditos de Carbono, Tecnologias Ambientais, Transferência de Tecnologia, Brasil.



## ABSTRACT

The Kyoto Protocol is regarded as one of the most ambitious global political events on the environment. Through this global environmental governance landmark major industrial nations pledged to cut their emissions of greenhouse gases (GHG) in the atmosphere. To facilitate compliance with emission targets for GHG, three flexibility mechanisms were created. Among these, the Clean Development Mechanism (CDM) is the only one that allows the participation of developing countries like Brazil. The CDM aims to reduce emissions in developing countries so as to generate carbon credits that can be sold to developed countries that require these to meet their GHG reduction targets. In Brazil, landfills often resort to CDM to develop financially viable projects for the collection and controlled burning of biogas, with or without power generation. This work analyzes the contribution of Landfill Gas CDM projects for the promotion of environmentally sound technologies and sustainable development. The research consisted of two stages: first, 17 CDM landfill projects approved by the year 2007 were analyzed through content analysis of their Project Design Documents and then two analytical/explanatory cases were studied through semi-structured interviews and data triangulation. The results indicate that profitability is the primary motivator of CDM projects in landfills and that investment risks and uncertainties relating to the Brazilian energy matrix are the main barrier to implement projects that generate electricity from biogas. It is also noted that most of the projects do not involve significant transfer of environmental technologies to developing countries from more developed nations. It can be concluded that the CDM projects implemented in Brazilian landfills are far from achieving its primary purpose of minimizing the effects of climate change while stimulating a cleaner model of development, as mentioned in Kyoto Protocol's Articles.

**Keywords:** Sanitary Landfills, Clean Development Mechanism, Kyoto Protocol, Carbon Credits, Environmental Technologies, Technology Transfer, Brazil.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1 – Estrutura organizacional do MDL.....	24
Figura 2 – Correlação entre Risco e Preço das RCE .....	27
Figura 3 – Estágios para o consumo sustentável .....	35
Figura 4 – Técnicas para redução da Poluição .....	36
Figura 5 – Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos Coletados, em toneladas por dia.	40
Figura 6 – Participação total de atividades de Projeto no Âmbito do MDL no mundo .....	41
Figura 7 – Participação no potencial de redução anual de emissões para o primeiro período de obtenção de créditos. ....	42
Figura 8 – Número de atividades de projeto do MDL, por estado .....	43
Figura 9 – Número de projetos brasileiros por escopo setorial .....	43
Figura 10 – Redução de emissões em projetos brasileiros de MDL, por escopo setorial .....	44
Figura 11 – Esquematização de sistema típico de coleta e tratamento de biogás .....	47
Figura 12 – Cabeçote de dreno de biogás .....	47
Figura 13 – Estação de tratamento de biogás .....	48
Figura 14 – Soprador de biogás .....	48
Figura 15 – Queimador de gás .....	49
Figura 16 – Usina termelétrica a biogás típica .....	49
Figura 17 – Geomembrana usada no aterro sanitário de Salvador .....	50
Figura 18 – Disposição física do sistema de captura de biogás em um aterro .....	50
Figura 19 – Dreno de chorume .....	51
Figura 20 – Sistema evaporador de chorume alimentado a biogás .....	51
Figura 21 – Estágios dos procedimentos metodológicos .....	53
Figura 22 – Tempo mínimo, médio e máximo para aprovação do DCP no Brasil e registro na UNFCCC .....	61
Figura 23 – Tempo entre submissão do DCP no Brasil e registro na UNFCCC, em dias .....	62
Figura 24 – Tempo entre submissão e aprovação do DCP no Brasil, em dias.....	62
Figura 25 – Tempo entre aprovação do DCP no Brasil e registro na UNFCCC, em dias.....	63
Figura 26 – Países compradores de RCE dos projetos de MDL em aterros brasileiros.....	63
Figura 27 – Participação dos estados brasileiros como anfitriões dos projetos de MDL em aterros .....	64
Figura 28 – Motivações para o desenvolvimento de projeto de MDL no Brasil.....	65
Figura 29 – Barreiras para o desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil.....	66
Figura 30 – Benefícios sociais gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil.....	67
Figura 31 – Benefícios econômicos gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil.....	69
Figura 32 – Benefícios ambientais gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil.....	69
Figura 33 – Benefícios tecnológicos gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil....	71
Figura 34 – Consultorias contratadas para desenvolvimento de projetos de MDL em aterros	72
Figura 35 – Técnicas para redução da poluição desenvolvidas pelos projetos de MDL em aterros .....	73
Figura 36 – Média, mínimo e máximo de potencial de redução de emissões por ano nos projetos de MDL em aterros, em tCO <sub>2</sub> e .....	74

Figura 37 – Potencial de redução de emissões por ano nos projetos brasileiros em aterros, por faixas em tCO <sub>2</sub> e .....	75
Figura 38 – Média, mínimo e máximo de capacidade instalada prevista de geração de energia, em megawatts .....	76
Figura 39 – Capacidade instalada prevista para geração de energia em aterros, por faixas de megawatts .....	76
Figura 40 – Redução de emissão anual prevista de tCO <sub>2</sub> e por capacidade instalada de energia prevista, ton/MW .....	78
Figura 41 – Disposição dos flares no Aterro Sanitário de Salvador .....	80
Figura 42 – Lixão de Marambaia, ainda em operação em 2001.....	83
Figura 43 – Lixão de Marambaia após fechamento e remediação ambiental .....	84

## QUADROS

Quadro 1 – Equivalência do Carbono .....	28
Quadro 2 – Projetos de MDL em aterros estudados .....	55
Quadro 3 – Quadro de análise da primeira fase de pesquisa .....	55
Quadro 4 – Modelo de análise sintético da segunda etapa de pesquisa .....	56
Quadro 5 – Indicadores da dimensão Ciclo de Projeto do Modelo de Análise adotado .....	56
Quadro 6 – Aspectos Social, Ambiental e Econômico da dimensão Ciclo de Projeto do Modelo de Análise.....	57
Quadro 7 – Indicadores da dimensão Transferência de Tecnologia do Modelo de Análise ....	57
Quadro 8 – Indicadores da dimensão Tecnologia Ambiental do Modelo de Análise .....	57
Quadro 9 – Barreiras para a execução dos projetos dos estudos de caso .....	86
Quadro 10 - Motivações para a execução dos projetos dos estudos de caso.....	87
Quadro 11 – Influência de políticas públicas e stakeholders para execução dos projetos dos estudos de caso .....	87
Quadro 12 – Benefícios sociais dos projetos dos estudos de caso .....	88
Quadro 13 – Benefícios ambientais dos projetos dos estudos de caso.....	89
Quadro 14 – Benefícios econômicos dos projetos dos estudos de caso .....	89
Quadro 15 – Transferência de tecnologia ocorrida nos projetos dos estudos de caso.....	91
Quadro 16 - Tecnologia ambiental usada nos projetos dos estudos de caso .....	92
Quadro 17 – Síntese comparativa dos dois projetos dos estudos de caso .....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Destino final dos resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos no Brasil	37
Tabela 2 – Coleta de resíduos sólidos urbanos, por regiões, 2000 a 2010 (%)(010).....	39
Tabela 3 – Quantidade de Municípios por Disposição Final de RSU.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3R	Reusar, Reduzir e Reciclar
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AND	Autoridade Nacional Designada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CE	Comércio de Emissões
CEMDL	Conselho Executivo de MDL
CH <sub>4</sub>	Metano
CIMGC	Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
Coelba	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COP	Conferência das Partes
COP-3	3ª Conferência das Partes
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
DCP	Documento de Concepção de Projeto
EOD	Entidade Operacional Designada
GEE	Gases do Efeito Estufa
FAPESB	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
HFC	Hidrofluorcarbonos
IC	Implementação Conjunta
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança no Clima
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PEMC	Política Estadual sobre Mudança do Clima da Bahia
PFC	Perfluorcarbono
PIE	Produtor Independente de Energia
PK	Protocolo de Kyoto
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNMC	Política Nacional de Mudanças Climáticas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PREVFOGO	Sistema Nacional para Prevenção e Combate de Incêndios Florestais
PROCEL	Programa Nacional de Desperdício de Energia
PROCONVE	Programa Nacional de Redução de Emissões de Veículos
PROINFA	Programa Nacional de Incentivo a Energias Renováveis
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
SF <sub>6</sub>	Hexafluoreto de Enxofre
tCO <sub>2e</sub>	Toneladas de CO <sub>2</sub> -equivalente
TT	Transferência de Tecnologia
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WBCSD	Conselho Mundial para o Desenvolvimento Sustentável

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	16
1.2 JUSTIFICATIVA .....	17
1.3 OBJETIVO GERAL.....	19
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	21
2.1 CICLO DO PROJETO DE MDL .....	23
2.2 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA .....	29
2.3 TECNOLOGIA AMBIENTAL.....	32
2.4 ATERROS SANITÁRIOS E OS PROJETOS BRASILEIROS DE MDL .....	37
2.4.1 Projetos Brasileiros de MDL .....	41
2.4.2 Coleta de biogás em aterros sanitários .....	44
3 METODOLOGIA.....	52
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	53
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA .....	60
4.1 RESULTADOS OBTIDOS NA 1ª FASE DA PESQUISA .....	60
4.1.1 Ciclo do Projeto .....	61
4.1.2 Transferência Tecnológica .....	70
4.1.3 Tecnologias Ambientais .....	73
4.2 RESULTADOS OBTIDOS NA 2ª FASE DA PESQUISA .....	78
4.2.1 Vega Engenharia Ambiental S.A: projeto Battre .....	79
4.2.2 Nova Gerar .....	82
4.2.3 Análise comparativa: Nova Gerar <i>Versus</i> Vega.....	85
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	94
REFERÊNCIAS .....	99
APÊNDICES .....	110

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) <sup>1</sup> na atmosfera da Terra está causando alterações de temperaturas superiores à variação natural que sempre afetou o clima, gerando uma mudança que se atribui ao “aquecimento global”. Nas últimas três décadas a comunidade internacional gradativamente passou a dar mais importância às questões relativas às mudanças climáticas. Se na década de 60 pouco se discutia sobre os limites do meio ambiente, nas décadas seguintes esse cenário mudou a ponto de na década de 90 o meio ambiente se tornar questão central em fóruns de debate internacional.

A hierarquia do meio natural, que subordina a sociedade humana à biosfera, foi subvertida, fazendo o ser humano adotar dinâmicas de mercado que sujeitam o meio ambiente às suas necessidades econômicas e sociais (PASSET, 1979). Imperava a idéia que o meio ambiente era uma fonte inesgotável de recursos e a produção deveria ser voltada exclusivamente para o lucro (SILVA FILHO 1999).

Desde 1972, quando foi realizada em Estocolmo uma conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre mudanças climáticas, constatou-se crescente interesse da sociedade mundial em políticas de defesa do meio ambiente. A partir de 1987, quando o termo “desenvolvimento sustentável” foi popularizado no relatório Brundtland (1987), da *World Commission on Environment and Development*, uma mobilização ecológica mundial rapidamente pressionou empresas a dar maior importância a questões ambientais na execução de suas atividades. Um mercado consumidor cada vez mais preocupado com responsabilidade

---

<sup>1</sup> Grupo formado pelo Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Perfluorcarbonos (PFC), Hidrofluorcarbonos (HFC) e Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>) e que apresentam diferentes Potenciais de Aquecimento Global (GWP, em inglês) tendo sempre como referência o CO<sub>2</sub>. Assim, por exemplo, o GWP do CH<sub>4</sub> é 23 tCO<sub>2</sub>e/tCH<sub>4</sub>, o GWP do N<sub>2</sub>O é 296 tCO<sub>2</sub>e/tCH<sub>4</sub>, etc.



ambiental e social impulsionou a discussão de novos modelos econômicos, alicerçados em tecnologias limpas, racionalização de recursos naturais e políticas mais rígidas para a exploração do meio-ambiente (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2006).

Orientada por essas considerações, a comunidade internacional criou o Protocolo de Kyoto (PK), para tentar reduzir os efeitos climáticos das emissões globais de GEE. Esse Protocolo estabeleceu aos países desenvolvidos metas de redução das emissões de GEE na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), e estipulou mecanismos de flexibilização - instrumentos econômicos – para assegurar meios de estes países cumprirem suas metas de redução de GEE.

### 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Dentre os três instrumentos econômicos que compõem o PK, Implementação Conjunta (IC), Comércio de Emissões (CE) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o terceiro adquiriu importância no cenário mundial, especialmente pela particularidade de ser o único instrumento do Protocolo que permite a participação dos países em desenvolvimento e, além disso, viabiliza projetos predominantemente tecnológicos, que buscam primariamente reduzir a emissão de GEE em países em desenvolvimento.

No Brasil, conforme dados do Ministério da Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2011) até maio de 2011 existiam 489 projetos de MDL aprovados ou em tramitação. Dentre as diversas modalidades de projetos de MDL executados no Brasil, existem aquelas relacionadas à redução de emissão de GEE em aterros sanitários. No Brasil, poucos projetos de recuperação de gases em aterros sanitários foram implantados sem recursos oriundos do MDL (DUARTE e BRAGA, 2008). Apesar de representar menos que um décimo do total de projetos brasileiros de MDL, os projetos em aterros sanitários respondem por quase um quarto de todas as reduções de emissões de carbono em projetos de MDL no Brasil.

De acordo com o estipulado no PK, os projetos de MDL, para serem aprovados, precisam se comprometer com dois elementos básicos: transferência de tecnologias ambientalmente seguras de países industrializados para os países em desenvolvimento hospedeiros dos projetos de MDL e promoção de desenvolvimento sustentável nesses últimos.

Considerando que um dos principais objetivos do MDL é fomentar o desenvolvimento sustentável nos países fora do Anexo I<sup>2</sup> mediante a transferência de tecnologias ambientalmente seguras, e partindo do pressuposto de que a geração de tecnologias mais limpas é a estratégia mais eficaz para o atingimento desses objetivos, este trabalho partiu do seguinte problema de pesquisa: estará o MDL, enquanto instrumento econômico, sendo eficaz na promoção de tecnologias ambientalmente seguras e no fomento do desenvolvimento sustentável em aterros sanitários do Brasil?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Esta dissertação recebeu o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) através do seu Programa de Bolsas e é produção derivada da linha de pesquisa “Empresas Brasileiras e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”, apoiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e executada em parceria com a Universidade Federal da Bahia (UFBA), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro (FGV-RJ). À época, existia pouca literatura nacional e internacional com foco na avaliação de projetos de MDL em países anfitriões como o Brasil. O presente autor integrou tal linha de pesquisa, colaborando em todas suas etapas e participando da construção da metodologia que foi consolidada por Silva Jr. (2011) em sua Tese de Doutorado.

Há disponibilidade de literatura - especialmente nacional – tratando de estudos de caso em aterros sanitários, tal como Cruz (2009) e Cunha (2002). Há também literatura de natureza mais técnica, tratando das tecnologias particularmente utilizadas e metodologias de aferimento de biogás produzido nos aterros sanitários como na dissertação de Duarte (2006) e de Britto Filho (2005), inclusive tratando do MDL. Não foi identificado até o momento, no entanto, trabalho acadêmico que tratasse sistematicamente de todos os projetos de MDL em aterros no Brasil, do ponto de vista da avaliação do MDL enquanto instrumento econômico e de política de governança ambiental global para fomento à transferência de tecnologia mais limpa e desenvolvimento sustentável em um país hospedeiro.

---

<sup>2</sup> O Anexo I reúne países industrializados membros da Convenção do Clima das Nações Unidas (UNFCCC) que se comprometeram em reduzir as emissões de GEE. Os países chamados Não Anexo I são aqueles em desenvolvimento que não possuem metas obrigatórias de redução de GEE.

A tese de Silva Jr. (2011) trata de fazer um panorama de todos os projetos de MDL brasileiros, estudando uma amostra representativa destes. Nesta amostra, quatro projetos em aterros sanitários foram analisados documentalmente. Espera-se, então, aprofundar a compreensão dos projetos de MDL no Brasil, valendo-se da metodologia já validada em Silva Jr. (2011), analisando mais particularmente a totalidade dos projetos de MDL em aterros no Brasil.

Adicionalmente, convém apontar que, com aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída em agosto de 2010 através da Lei nº12.305, estados, municípios e empresas estão buscando se adequar à nova legislação, por meio de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos e políticas empresariais. O MDL é um instrumento que pode contribuir para o cumprimento da PNRS, bem como da previamente estabelecida Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) - Lei nº12.187 de 2009 – e da mais recente Política Estadual sobre Mudança do Clima da Bahia (PEMC) - Lei nº12.050 de 2011 da Bahia.

Na PNMC, em seu artigo 12, o Brasil voluntariamente se compromete a mitigar as emissões de GEE entre 36,1% e 38,9%, até 2020. Em seu artigo 11, explicita-se o interesse em se atender a metas de redução de emissões antrópicas por meio do MDL, e no artigo 6, inciso X, aponta-se que mecanismos financeiros do PK referentes à mitigação da mudança do clima são considerados instrumentos da PNMC. No artigo 5, incisos II, VI e X, fica claro que desenvolvimento sustentável e o desenvolvimento e transferência de tecnologias ambientais são diretrizes desta política (BRASIL, 2009a). De forma equivalente à PNMC, a PEMC também se alinha aos objetivos do PK, ressaltando a importância do desenvolvimento sustentável, da difusão de tecnologias, do uso de instrumentos econômicos e do investimento em sumidouros de gases de efeito estufa (BAHIA, 2011). Assim sendo, este trabalho contribui para um melhor entendimento, em nível nacional, de um mecanismo econômico que atende diretamente aos interesses de legislação nacional.

Quanto à PNRS, em seu artigo 6, inciso III, aponta-se a necessidade de se tratar a gestão de resíduos sólidos de forma sistêmica, considerando variáveis ambientais, sociais, econômicas, tecnológicas e de saúde pública (BRASIL, 2010). Nota-se, em concordância com as percepções de Cruz (2009), que projetos de MDL em aterros brasileiros convergem aos objetivos da PNRS, ao tratar de desenvolvimento sustentável, da adoção de tecnologias ambientais que favorecem a saúde pública, da disposição adequada para os resíduos e do possível aproveitamento energético. Visto que historicamente projetos de MDL tiveram

decisiva participação na implantação de sistemas de captura de biogás no Brasil, este trabalho também se justifica por ampliar a compreensão deste instrumento que pode favorecer a viabilidade prática da PNRS no Brasil.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Esta dissertação tem por objetivo geral analisar as contribuições dos projetos de MDL em aterros sanitários brasileiros para a promoção de tecnologias ambientalmente seguras e para o desenvolvimento sustentável.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar as motivações e dificuldades para implantar os projetos de MDL em aterros no Brasil;
2. Avaliar quem são os principais atores na implantação de projetos de MDL em aterros, assim como seus financiadores e parceiros;
3. Verificar a ocorrência de transferência/desenvolvimento de tecnologia para a implantação dos projetos de MDL em aterros;
4. Avaliar a natureza das tecnologias ambientais utilizadas nos projetos de MDL em aterros sanitários brasileiros;
5. Identificar os benefícios de ordem social, ambiental e econômica relatados nos projetos de MDL de aterros brasileiros;
6. Comparar os dados coletados dos projetos de MDL em aterros sanitários com os resultados da pesquisa de Silva Jr. (2011) acerca de todos os projetos de MDL do Brasil.

A estrutura desta dissertação foi dividida em três partes, excetuando-se esta introdução e as considerações finais. Na primeira parte, são apresentadas considerações teóricas nos seguintes tópicos: Ciclo de Projeto do MDL; transferência de tecnologia; tecnologias ambientais; e aterros sanitários e os projetos de MDL no Brasil. Na segunda, são apresentados

os procedimentos metodológicos adotados. Por fim, na terceira parte, os projetos de MDL em aterros são analisados em detalhe, apresentando-se, assim, os resultados encontrados nesta pesquisa. Os resultados estão divididos em duas partes: apresentação da análise documental dos projetos de aterro sanitário no Brasil; e apresentação dos estudos de caso representativos dos projetos de MDL envolvendo aterros sanitários no Brasil.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Com o surgimento de fenômenos como o aquecimento global, evidenciou-se que o desenvolvimento industrial descontrolado resultou em danos graves ao ambiente, de complexa reparação. O paradigma econômico neoclássico, fundamentado na produção voltada exclusivamente para busca do lucro, começou a ser posto em cheque na década de 60 e desde então tem transparecido suas falhas. Imperava neste paradigma a idéia que o meio ambiente seria fonte de inesgotável de recursos, infinitamente capaz de suportar as ações do ser humano. (SILVA FILHO, 1999). Até então não existia grande mobilização social pela preservação ambiental.

Pode-se dizer que a partir da década de 70 a sociedade como um todo começou a repensar seus modelos de desenvolvimento. Em 1972, em Estocolmo, na conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, pela primeira vez buscou-se discutir, em um encontro internacional, um modelo de desenvolvimento que não prejudicasse irremediavelmente ecossistemas e considerasse diversas questões políticas, técnicas e socioeconômicas relativas ao meio ambiente (ALBERTON, 2003). Em 1972 também é lançado o livro *Limits to Growth*, que pela primeira vez introduz a finitude dos recursos naturais na discussão econômica, criando o choque político necessário para o estabelecimento da temática em nível institucional. (MEADOWS, RANDERS e MEADOWS, 2004)

Segundo Le Prestre (2005) esse período da década de 70 até meados dos anos 80 marca a emergência da ecopolítica, pois questões ambientais são colocadas em primeiro plano nas relações internacionais. Em 1987, na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) - mais conhecida como Comissão *Brundtland* – pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável foi apresentado, e desde então o debate sobre o

meio ambiente só cresceu na esfera internacional. Ainda na década de 80 ocorreram outros eventos internacionais expressivos do ponto de vista da discussão do desenvolvimento humano e seu impacto no meio ambiente: em 1985 ocorreu a Convenção de Viena e em 1987 foi assinado o Protocolo de Montreal, ambos abordando como tema central a camada de ozônio e sua degradação (PNUMA, 2004).

Também foi na década de 80 que o Painel Intergovernamental sobre Mudança no Clima (IPCC) foi criado no âmbito da ONU, com o objetivo de reunir cientistas do mundo inteiro para discutir e compreender o fenômeno das mudanças climáticas. Os GEE foram primeiramente apontados e analisados dentro do âmbito desse painel (MARCHEZI e AMARAL 2008). O IPCC identificou os gases Hexafluoreto de Enxofre, Dióxido de Carbono, Óxido Nitroso, Hidrofluorcarbonos, Perfluorcarbonos e Metano como sendo os GEE, gases responsáveis pela mudança da temperatura global.

No começo da década de 90, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, mais conhecida com Eco-92, na cidade do Rio de Janeiro. Neste evento foram assinados diversos documentos importantes para a preservação ambiental. Na Eco-92 também foi criada a UNFCCC, convenção essa que pavimentou o terreno para a assinatura do maior acordo de Governança Ambiental Mundial que se tem registro: o Protocolo de Kyoto (PNUMA, 2004).

A UNFCCC entrou em vigor em 1994. Dele são signatários 192 países que reconhecem que o meio climático é um recurso global e compartilhado, que pode ser afetado por GEE. A UNFCCC busca estabilizar a concentração dos GEE na atmosfera, a fim de evitar mudanças climáticas (FUJIHARA e LOPES, 2009). Para encaminhar tal objetivo, a UNFCCC criou um evento anual denominado Conferência das Partes (COP). A primeira COP ocorreu na Alemanha, em 1995. Em 1997, durante a 3ª Conferência das Partes (COP-3), a UNFCCC originou o PK, um acordo multilateral que estipula metas concretas de redução na emissão de GEE por parte dos países desenvolvidos e promoção de desenvolvimento limpo nos países em desenvolvimento. Os acordos que compõem o PK firmam um compromisso das nações desenvolvidas, listadas no Anexo I da UNFCCC, de reduzirem as emissões dos GEE. As 44 nações industrializadas que constam no Anexo I se responsabilizam por reduzir suas emissões a níveis 5,2% abaixo dos regularmente registrados em 1990, dentro do período de 2008 e 2012. (COSTA, 2004).

Estabeleceu-se, a partir daí, um dito mercado de carbono regulado pelo PK. Com limites obrigatórios para emissões de GEE, os países desenvolvidos buscaram formas de vender cotas

de emissões de carbono – créditos de carbono - de maneira a permitir que aqueles que estivessem abaixo do próprio limite de emissões pudessem repassar o excedente para países que porventura tenham ultrapassado seu limite de emissões. (GOUVEIA e MESQUITA, 2011).

Os países que não estão listados no Anexo I da UNFCCC, mas integram a Convenção, são, em sua maioria, compostos por países em desenvolvimento ou emergentes (Não-Anexo I), isentos de compromissos quantificados de redução de emissões. Dentro do Protocolo foram estabelecidos três instrumentos econômicos, denominados mecanismos de flexibilização, que tornariam viável o atendimento dos compromissos de redução de GEE firmados pelos países do Anexo I. Os três mecanismos de flexibilização são: Implementação Conjunta (IC), Comércio de Emissões (CE) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Dentre os mecanismos de flexibilização, dois deles – IC e CE – só permitem o envolvimento dos países desenvolvidos, enquanto que o MDL é o único que permite o envolvimento direto de países em desenvolvimento. O CE determina que um país pode transferir um excedente de emissão de GEE que não foram utilizados, dentro do limite acordado no PK, para um outro país que não tenha alcançado sua meta. O mecanismo IC permite que projetos de redução de GEE possam ser desenvolvidos em países integrantes do Anexo I.

## 2.1 CICLO DO PROJETO DE MDL

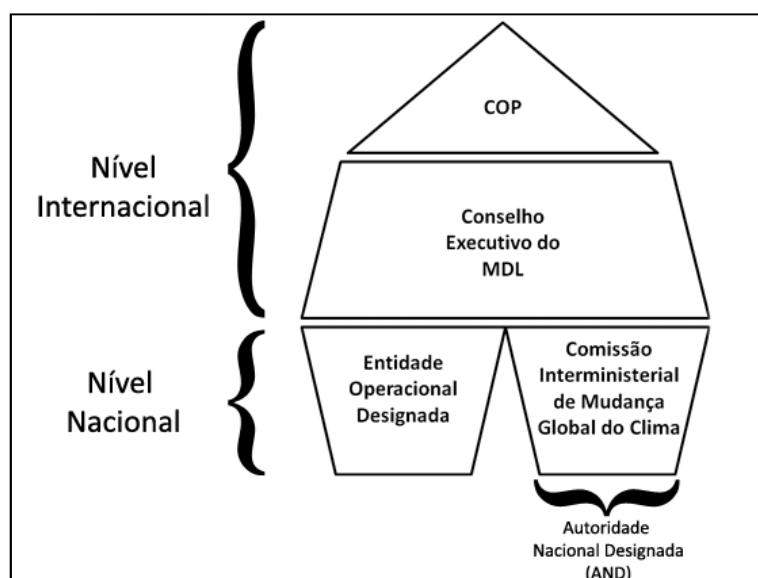
O MDL tem como objetivos principais, segundo o PK, auxiliar as Partes não incluídas no Anexo I a alcançar desenvolvimento sustentável, contribuir para o escopo final da Convenção e permitir aos países desenvolvidos diminuir suas emissões por meio de investimentos em tecnologias ambientalmente seguras nos países em desenvolvimento (BRASIL, 2004).

De acordo com o artigo 12 do PK, o MDL deve: demonstrar que o projeto desenvolvido reduz emissões de forma adicional ao que ocorreria na ausência do projeto, fator conhecido como “princípio da adicionalidade”; promover a transferência de tecnologias; transferir tecnologias que sejam ambientalmente seguras; contribuir para a promoção do desenvolvimento sustentável no país.



Para que seja averiguada a adicionalidade, todo projeto de MDL deve possuir registro histórico das emissões no empreendimento onde será instalado antes da implantação do projeto em si, ou seja, deve ter uma linha de base. Uma vez que o projeto é implantado, as emissões são novamente calculadas, para que se averigüe se, tomando como base a linha de base, houve redução na emissão dos GEE. Uma vez averiguada a redução dos GEE, o projeto tem direito a Reduções Certificadas de Emissões (RCE), ou seja, créditos de carbono, que podem ser comercializados no mercado internacional (CURNOW e HODES, 2009). Os créditos de carbono equivalem a permissões para se emitir GEE e países do Anexo I os compram para conseguir cumprir suas metas com o PK.

A Figura 1 representa a estrutura organizacional, a nível mundial, que controla e valida os projetos de MDL.



**Figura 1 – Estrutura organizacional do MDL**

**Fonte:** Adaptado de Fujihara e Lopes (2009)

Resumidamente, um projeto de MDL primeiramente precisa ser validado por uma Entidade Operacional Designada (EOD), organização cadastrada e reconhecida no Conselho Executivo do MDL (CEMDL), a exemplo da *Det Norske Veritas*. Uma vez validado, o projeto precisa ser aprovado em uma instância nacional oficial, ou seja, na Autoridade Nacional Designada (AND) no país. No Brasil, a AND é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC). Quando um projeto é aprovado na AND, significa que este atendeu a todos os requisitos para aprovação de um dado país. Os projetos aprovados pela AND são encaminhados para registro no CEMDL. Quando aprovados no CEMDL, o projeto é oficialmente registrado e pode ser posto em operação, para posteriormente receber créditos de carbono através da emissão de RCE. Para que os créditos tenham validade, as medições

que demonstram a mitigação das emissões de GEE precisam ser igualmente validadas por entidade autorizada pelo CEMDL. Acima do CEMDL estão as nações participantes das COP, que determinam o funcionamento do PK.

Tal processo é detalhado em determinações do MCT (BRASIL, 2009b). Segundo estas determinações, para que os projetos sejam aprovados pelo CEMDL, suas atividades devem, necessariamente, passar por sete etapas do Ciclo do Projeto, que são:

1. Elaboração de Documento de Concepção de Projeto (DCP), documento que deve conter todas as informações necessárias para validação, registro, monitoramento, verificação e certificação;
2. Validação por EOD, verificando-se se o projeto está em conformidade com a regulamentação do PK;
3. Aprovação pela AND, no Brasil representada pela CIMGC. Um dos principais elementos dessa fase é a confirmação de que a atividade de projeto a ser desenvolvida contribui para o desenvolvimento sustentável do país;
4. Submissão ao CEMDL, coordenado pela UNFCCC para registro do projeto. O registro representa a aceitação formal, pela ONU, da contribuição da atividade de projeto do MDL para a minimização das mudanças climáticas;
5. Monitoramento. Trata do recolhimento e armazenamento 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. Essa etapa é de responsabilidade dos participantes do projeto;
6. Verificação/certificação. Outra EOD verifica se as reduções de emissões de GEE monitoradas ocorreram como resultado da atividade de projeto do MDL. A EOD deve relatar, ou seja, certificar que atividade de projeto atinge de fato as reduções de emissões declaradas no período;
7. Emissão de RCE, de acordo com cada projeto. Nessa etapa, o CEMDL atesta sua certeza de que, cumpridas todas as etapas, as reduções de emissões de GEE decorrentes das atividades de projeto são reais, mensuráveis e de longo prazo e, portanto, podem dar origem a RCE.

Na primeira etapa, na elaboração do DCP, os proponentes do projeto devem realizar a descrição da atividade implementada, indicar os participantes nela envolvidos, detalhar a metodologia e linha de base adotada, relatar os cálculos de redução ou remoção de GEE da

atmosfera e apresentar o plano de monitoramento que será utilizado, entre outras informações importantes. É nesta etapa que os proponentes devem descrever fatores considerados fundamentais para a aprovação dos projetos de MDL, como as contribuições do projeto para o desenvolvimento sustentável e os papéis desempenhados pelas partes interessadas. É a partir das informações prestadas no DCP que a AND e o CEMDL que os conseguem avaliar a elegibilidade do projeto (LAGES e FRANÇA, 2008).

Nos DCPs é obrigatório comprovar que todas as partes interessadas foram ouvidas, inclusive membros de comunidades afetadas pelos projetos. Em todos DCPs consta também o Anexo III, que deve indicar quais foram as contribuições do projeto de MDL para a promoção do desenvolvimento sustentável (CURNOW e HODES, 2009). O PK (BRASIL, 2007), apesar disso, não faz referência aos critérios a serem observados pelos países hospedeiros quanto à mensuração do grau de contribuição dos projetos de MDL sugeridos para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, cada país delibera através de sua AND, representada no Brasil pela CIMGC sobre os requisitos e critérios a serem aplicados.

No Brasil, a CIMGC (2003) delimitou cinco pré-requisitos para averiguar a contribuição dos projetos de MDL vinculados ao desenvolvimento sustentável dos locais afetados direta ou indiretamente pelas suas atividades no país. São eles: a) contribuição para a sustentabilidade ambiental local; b) subsídios para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos; c) contribuição para a distribuição de renda direta e indireta; d) apoio para capacitação e desenvolvimento tecnológico e, por fim, e) apresenta reforço à integração regional e a articulação com outros setores.

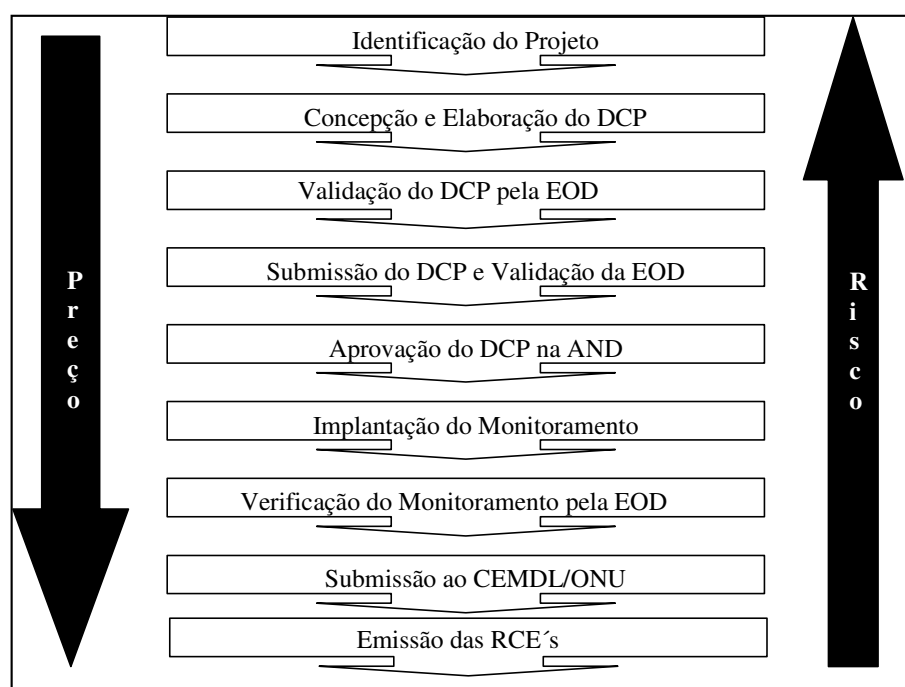
Isto posto, convém salientar que para efeito de análise este trabalho se vale do conceito de desenvolvimento sustentável à luz do modelo evidenciado pelo Relatório de Brundtland (1987), que consiste no atendimento às necessidades das gerações presentes sem comprometer as futuras gerações, envolvendo os componentes que compõem a *triple-bottom-line* (social, ambiental e econômico). No componente social, busca-se garantir equidade social. Já no aspecto econômico, busca-se eficiência na utilização de recursos e a adoção de novos modelos econômicos que incorporem indicadores ambientais. Por fim, no componente ambiental, procura-se preservar os recursos naturais e prevenir os impactos resultantes, sobretudo, das atividades humanas sobre o meio ambiente (BUARQUE, 2004).

Assim, os elementos *triple-bottom-line*, representam a possibilidade de combinar: crescimento e eficiência econômica; conservação ambiental e equidade social para criar estruturas que permitam o acesso dos recursos naturais por toda a sociedade (BUARQUE,

2004). Reconhece-se a existência, na literatura relacionada ao desenvolvimento sustentável, de correntes que defendem a ampliação desses três elementos, a exemplo da perspectiva de Sachs (1993) e das sugeridas por Guimarães (2001). No entanto, este trabalho adota o conceito original de desenvolvimento sustentável, relacionado somente ao *triple-bottom-line*.

Além de descrever o projeto, demonstrar o papel das partes envolvidas e apontar como este contribui para o desenvolvimento sustentável, o DCP deve também registrar, objetivamente, como as partes financeiramente comprometidas executarão o projeto em si, considerando os riscos envolvidos e viabilidade econômica do mesmo. Deve ser detalhada a metodologia adotada para a execução do projeto e aferimento posterior dos créditos de carbono gerados, bem como relatado se há financiamento público e privado no projeto.

Ao longo do ciclo de projeto do MDL, de acordo com Seiffert (2009) a relação entre o preço e risco é inversamente proporcional, como demonstrado na Figura 2



**Figura 2 – Correlação entre Risco e Preço das RCE**

Fonte: Seiffert (2009)

No início do ciclo, são grandes as incertezas, e o risco de investimento é máximo; há poucos dados que assegurem o sucesso do projeto. Ao passar pelas sucessivas etapas do ciclo, o projeto exige gradativamente investimento cada vez maior, mas também tem incertezas sanadas com as múltiplas etapas de validação e reconhecimento do projeto, tornando mais claro o resultado final e o retorno financeiro da empreitada.

De acordo com Vela e Ferreira (2005), são altos os custos de transação de um projeto de MDL. Riscos e incertezas associados a investimento representam possíveis barreiras para sua plena utilização no Brasil e demais países em desenvolvimento do MDL, especialmente por empresas de menor porte. O custo médio para o desenvolvimento de um projeto de MDL varia entre 50 e 115 mil dólares americanos e seu tempo de aprovação pode variar de 6 a 18 meses. (GUILLEN, 2010)

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 deste tipo de projeto. Essas políticas seriam também importantes para incentivar a geração e transferência de tecnologias mais limpas nos países anfitriões de projetos de MDL.

De acordo com Conejero e Neves (2006), os principais compradores mundiais de RCE são: fundos governamentais de países do Anexo I; a iniciativa privada dos países do Anexo I, buscando alcançar as metas de emissões; fundos de investimento, buscando rentabilidade na venda futura dos créditos; *brokers* que intermedeiam a compra e venda de RCE.

Os projetos de MDL, a depender de sua natureza, podem buscar reduzir diferentes GEE. Cada um dos gases que fazem parte da lista dos GEE tem diferentes potenciais de poluição, logo, impactam de forma distinta no aquecimento global. Para se gerar créditos de carbono é necessário haver alguma base matemática que indique o quanto cada um desses gases é poluente em relação aos outros. Para isso, utiliza-se a escala representada no Quadro 1.

Grupo	Nome	Equivalência
CO2	Dióxido de Carbono	1
CH4	Metano	21
N2O	Óxido Nitroso	310
HFCs	Hidrofluorcarbonetos	140 a 11.700
PFCs	Perfluorcarbonetos	6.500 a 9.200
SF6	Hexafluoreto de Enxofre	23.900

**Quadro 1 – Equivalência do Carbono**

Fonte: Seiffert (2009)

Todos os gases tomam como equivalência de cálculo o dióxido de carbono, que possui o valor-base de 1. De acordo com essa equivalência, o metano - principal gás produzido em aterros sanitário e, portanto, foco desta dissertação - é 21 vezes mais poluente que o dióxido de carbono, e assim sendo, um dado volume de metano rende 21 vezes os créditos de carbono emitidos se um mesmo volume de dióxido de carbono fosse considerado. Para efeito de

cálculo e emissão de RCE os GEE são contabilizados em termos de toneladas equivalentes de dióxido de carbono.

Os tipos de GEE que serão mitigados no projeto são uma consideração importante, pois, por exemplo, gases como Hexafluoreto de Enxofre e Perfluorcarbonetos, quando eliminados, geram grandes quantidades de créditos de carbono, sendo assim economicamente muito atrativos. Segundo Seiffert (2009), no entanto, projetos de mitigação desses gases mais poluentes demonstram maior dificuldade de serem aprovados, pois costumam não contribuir de forma significativa para o desenvolvimento sustentável, como preconizado pelo PK.

De acordo com Giddens (2010) até agosto de 2007 em todo mundo os projetos de MDL aprovados para recebimento de RCE já totalizavam 109.000.000 de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> evitadas. Destas, 27.000.000 toneladas equivalentes (24,8%) são referentes à redução de CO<sub>2</sub>, 14.000.000 toneladas (12,8%) à redução de CH<sub>4</sub>, 14.000.00 toneladas referentes à eliminação de N<sub>2</sub>O e 54.000.000 toneladas equivalentes (49,5%) de HFC.

Os projetos de HFC e N<sub>2</sub>O, apesar de representar pouco menos que 5% do total de projetos de MDL no mundo, usarem tecnologias fim-de-tubo e não contribuirão de forma significativa para o desenvolvimento sustentável, conforme assinalado por Seiffert (2009), corresponderam pelos dados de Giddens (2010) a 68% dos RCE emitidos, ficando assim evidente a maior atratividade econômica de projetos que reduzem a emissão desses gases.

## 2.2 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Diferentes fontes de tecnologia e aprendizado, tanto de origem interna quanto externa, são utilizadas pelas organizações para lançar novos produtos, melhorar processos, adotar novos métodos de gestão organizacional e aumentar a competitividade (TIGRE, 2006). O crescimento econômico tem sido largamente determinado pela capacidade de utilizar novas tecnologias, sejam elas desenvolvidas localmente ou no exterior, pois segundo Kuznets (1959 apud Rosemberg, 2006) “um crescimento econômico forte é o reflexo de uma contínua mudança no conjunto formado pelos ramos industriais e seus produtos”.

Transferência de Tecnologia (TT) não é um fenômeno desconhecido ou recente: invenções como a imprensa, a pólvora e a bússola se constituem em instâncias bem-sucedidas

de transferências exógenas de tecnologia da China para a Europa (ROSEMBERG, 2006). A transferência bem-sucedida de tecnologias não é simplesmente uma questão de se transportar um equipamento de uma localização geográfica para outra. Ela envolve, freqüentemente, questões muito mais sutis de seleção e discriminação, e uma capacidade de adaptar e de modificar, antes que a tecnologia possa funcionar efetivamente no novo ambiente socioeconômico (ROSEMBERG, 2006).

Argumentando sobre os fatores de sucesso de uma TT, Rosemberg (2006) ainda tece as seguintes considerações: as transferências exógenas de tecnologia dependem em grande parte das circunstâncias locais específicas do país receptor, tais como a existência de altos níveis de habilidade e competência técnica já instalada. Sendo assim, a utilidade das tecnologias depende de habilidades administrativas, de estruturas organizacionais e da operação de sistemas de incentivos dentro das sociedades.

Na agenda ambiental global, a questão da transferência exógena 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 e IVANOVA, 2002; LE PRESTRE, 2005).

Ampliando essas assertivas, Schneider, Holzer e Hoffman (2008) acreditam que a transferência exógena de tecnologia é estratégica para a promoção de tecnologias ambientalmente seguras e para o desenvolvimento de um país. Nesse contexto, o PK tornou-se um marco histórico para que esse processo ocorra das nações com mais recursos para aquelas com menos recursos, uma vez que somente países em desenvolvimento podem executar projetos de MDL, a fim de gerar créditos de carbono que são posteriormente adquiridos por nações desenvolvidas.

No artigo 10 do PK (2005) e, em particular, seu item (c) percebe-se que o elemento tecnologia faz parte do escopo desse instrumento de governança ambiental global, pois as partes:

Devem cooperar na promoção de modalidades efetivas para o desenvolvimento, a aplicação e a difusão, e tomar todas as medidas possíveis para promover, facilitar e financiar, conforme o caso, a transferência ou o acesso a tecnologias, know-how, práticas e processos ambientalmente

seguros relativos à mudança do clima, em particular para os países em desenvolvimento, inclusive a formulação de políticas e programas para a transferência efetiva de tecnologias ambientalmente seguras que sejam de propriedade pública ou de domínio público e a criação, no setor privado, de um ambiente propício para promover e melhorar a transferência de tecnologias ambientalmente seguras e o acesso a elas (BRASIL, 2004, p. 27).

Já para o IPCC, citado por Seres (2007, p.2-3), TT é considerada relativamente abrangente, pois é avaliada como processos de fluxos de *know-how*, experiência e equipamentos para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas entre as partes interessadas, como governos, entidades do setor privado, instituições financeiras, Organizações não-governamentais e instituições de ensino e pesquisa. Assim, este estudo considera que TT pode ser exógena, endógena ou ambas. A TT é classificada como exógena nos casos onde o processo ocorre de países do Anexo I para países não-Anexo I. 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).

Quanto à forma, este artigo referenda que a TT em projetos de MDL pode ocorrer de acordo com as seguintes modalidades: 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 Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I), engenharia reversa e experimentação nos países hospedeiros (TIGRE, 2006; KANAI, 2008; RADOSEVIC, 1999; DECHEZLEPRÊTRE, GLACHANT e MENIERE, 2009).

De acordo com os estudos de Blackman (1999), Rosemberg (2006), e Ellis, Corffee-Morlot e Cagnon-Lebrun (2007) 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 infraestrutura e que, principalmente, tenham políticas ambientais relativamente avançadas. Isso



explicaria, por exemplo, a concentração existente de projetos de MDL na Índia, China e Brasil. Esses estudos encontram respaldo nos resultados apresentados no relatório intitulado “*Analysis of Technology Transfer in CDM Projects*”, preparado por Seres (2007, p.4), ao apontar que:

Brazil, China, India and South Korea – dominate the totals by sharing 72% of the projects (representing 80% of the annual emission reductions); Host countries can influence the extent of technology transfer involved in its CDM projects; Technology transfer is more likely for agriculture, HFC, N<sub>2</sub>O projects and less likely for Biogas, Biomass energy, Cement, Coal bed/mine methane, Energy efficiency own generation, Energy distribution, Fossil fuel switch, Fugitive Hydro, Landfill gas, and Reforestation. (SERES, 2007, p.4)

A análise de TT 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.

Por exemplo, na realidade brasileira – dentro da qual já se evidencia em algumas áreas, capacidade tecnológica consolidada e/ou em estágio avançado de consolidação, a exemplo das áreas de hidroeletricidade, bicomustíveis, 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 PK, 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 fim-de-tubo, ou seja, tecnologias ajuizadas ambientalmente seguras, porém focadas somente no controle da poluição já produzida 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 a seguir.

### 2.3 TECNOLOGIA AMBIENTAL

Uma mudança da tradicional economia baseada em combustível fóssil para sistemas energéticos isentos ou menos intensivo de carbono seria essencial para se alcançar uma economia ambientalmente sustentável (LLOYD e SUBBARAO, 2009). Para Jabbour (2007) as tecnologias ambientais se relacionam com o desenvolvimento de produtos e processos verdes, envolvendo tecnologias que reduzem o consumo de energia, previnem a poluição e

reciclam os resíduos. Segundo Gouldson e Murphy (1998) a incorporação de tecnologias ambientais no sistema produtivo tornaria necessária a compatibilização entre crescimento econômico e proteção ambiental.

A necessidade que organizações têm de serem rentáveis não necessariamente entra em conflito com a busca por sustentabilidade. No entanto, sustentabilidade com rentabilidade não tem como ocorrer conjuntamente tão-somente se ajustando custos de produção e preços de mercado. É necessário que as organizações consigam se reestruturar, de forma que possam oferecer novos produtos e serviços que sejam economicamente viáveis, socialmente justos, ecologicamente sustentáveis, e vinculados a tecnologias ambientais adequadas (ALBERTON, 2003).

Para Esty e Ivanova (2005), a adoção de tecnologias mais interessantes do ponto de vista ambiental pode representar uma oportunidade dupla, pois ofereceria benefícios tanto para países desenvolvidos como para os países em desenvolvimento. No Norte, novas tecnologias ambientais poderiam ser gradualmente introduzidas à proporção da entrada de capitais, já no Sul, tecnologias ambientais mais eficientes permitiriam que os países evitassem o crescimento baseado no uso intensivo do carbono. Contudo, novas tecnologias ambientais freqüentemente representam um aumento inicial de custos e levam tempo para se desenvolver, se difundir e amortizar, portanto, mecanismos de financiamento, como o MDL, são importantes para satisfazer as necessidades energéticas crescentes nos países em desenvolvimento como o Brasil, assim como facilitar a participação desses países nos esforços globais destinados a reduzir as emissões de GEE na atmosfera.

Há uma variedade de nomenclaturas associadas a tecnologias consideradas ambientalmente adequadas, tanto na literatura nacional como na internacional. As tecnologias ambientais podem ser descritas como sendo *hardwares* ou *softwares* que por meio da adoção de novos conceitos de *design*, equipamentos e procedimentos operacionais, incorporaram em sua produção práticas de melhoria ambiental, especialmente no que diz respeito ao uso de matérias-primas de baixo impacto ambiental, processadas de forma eficiente, voltadas para o reaproveitamento e minimização de desperdício, modificando um dado ciclo produtivo (JABBOUR, 2010).

Segundo Jabbour (2010) tais tecnologias podem ser classificadas em: tecnologias de controle e prevenção da poluição; tecnologias de mensuração e organizacionais; além das tecnologias de impacto ambiental nulo. Já para Lenzi (2006), as tecnologias ambientais são divididas em tecnologias de controle ou fim-de-tubo e tecnologias mais limpas. Tecnologias

fim-de-tubo não alteram o sistema produtivo como tal, mas introduzem sistemas tecnológicos adicionais no final do processo 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 sim evitar ou reduzir tais emissões antecipadamente, focando nas causas da degradação ambiental e não sobre os efeitos. As tecnologias mais limpas são fundadas no princípio de prevenção, ao passo que, as tecnologias fim-de-tubo, em princípio também consideradas ambientalmente seguras, pautam-se no princípio da correção.

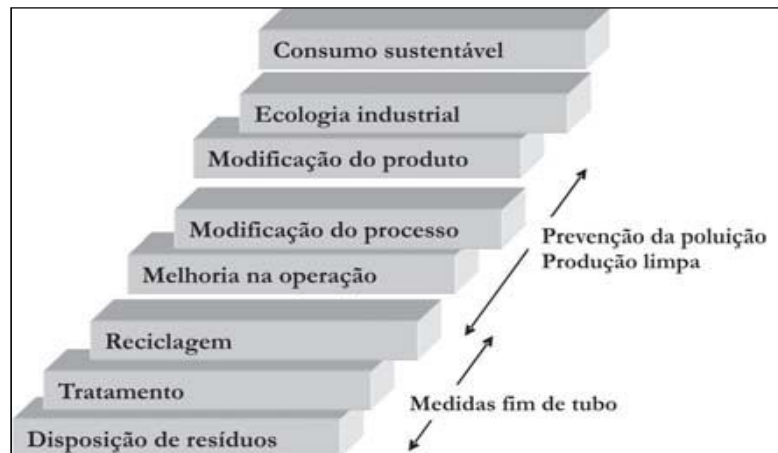
Para Mello e Nascimento (2002), é importante distinguir conceitualmente ‘tecnologias mais limpas’ de ‘tecnologias limpas’, termos que comumente são usados como sinônimos. Tecnologias limpas presumem a inexistência de um impacto negativo no ambiente; são metas a ser perseguidas, mas difíceis de serem atingidas na prática, pois sempre há um tipo de impacto ambiental na atividade humana. As tecnologias mais limpas, distintamente, se referem a tecnologias que, se comparadas a outras existentes, se provam reconhecidamente menos poluentes, mas não necessariamente limpas.

Para Kiperstok (2006) as tecnologias de fim-de-tubo não são suficientes para evitar degradação ambiental, dado que no simples tratamento de resíduos que já foram produzidos não há esforço em se prevenir que a poluição seja produzida; os resíduos acabam sendo encarados como parte inevitável do processo produtivo, não favorecendo a busca por novas formas de se produzir.

Assim sendo, conforme também aponta Kiperstok e outros (2002) questionar as políticas de consumo dos países desenvolvidos, buscando a mudança de sociedades baseadas num consumo do descartável, de ampla disposição de resíduos, é um desafio da atualidade; conduzir sociedades, gradativamente, para o consumo sustentável é uma necessidade. A Figura 3 apresenta as etapas a se seguir na direção a uma realidade em que tecnologias mais limpas evitem a criação poluição e viabilizem lógicas de consumo e produção sustentáveis.

Para o Conselho Mundial Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD, 2008), 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 econômica. Sendo assim, as tecnologias mais limpas se caracterizam pela adoção de estratégias para reduzir, ou se possível, eliminar já na fonte a produção de qualquer tipo de poluição, e ao mesmo tempo, racionalizar o uso de recursos naturais, seguindo o

princípio da eco-eficiência. Valoriza-se, assim, o conceito dos 3R: redução, reutilização e reciclagem.



**Figura 3 – Estágios para o consumo sustentável**

Fonte: Kiperstok e outros (2002)

Segundo LaGrega, Buckingham e Evans (1994), a disposição da ordem dos 3R 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 transformações relevantes nos processos produtivos. Ao passo que, quanto mais as estratégias ambientais utilizadas atuarem no tratamento de resíduos gerados pelos processos produtivos, mais elas tenderão a serem classificadas como fim-de-tubo.

Na Figura 4 retrata-se melhor a disposição dos 3R e são apresentados os diversos tipos de estratégias/técnicas ambientais que uma organização pode adotar para a prevenção/redução da poluição. Quanto mais à direita do quadro a estratégia ambiental estiver, as tecnologias e práticas tenderão a se fim-de-tubo, ao passo que, quanto mais à esquerda, a estratégia estará voltada para a redução de resíduos na fonte e prevenção da poluição, colaborando assim, para o alcance de um modelo de produção mais limpa.

Isto posto, advoga-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. Assim, os projetos de MDL, ao buscarem a redução dos resíduos na fonte, tenderiam a inovar os seus 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 competitivos, e toda a sociedade seria

beneficiada com a redução de impactos ambientais causados pela emissão de GEE (KIPERSTOK, 2003).



**Figura 4 – Técnicas para redução da Poluição**

**Fonte:** LaGrega, Buckingham e Evans (1994)

Por outro lado, de acordo com estudos de Schneider, Holzer e Hoffman (2008) e Wilkins (2002), projetos de MDL que possuem foco em tecnologias fim-de-tubo, 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. Essa incidência, todavia, pode ser justificada pelo fato da maioria das tecnologias fim-de-tubo 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.

Convém salientar que, tanto segundo LaGrega, Buckingham e Evans (1994) quanto segundo Kiperstok e outros (2002) os conceitos “tecnologia mais limpa” e “fim-de-tubo” não são estanques e pontuais; são conceitos que indicam tendência, em uma escala linear. O objeto desta pesquisa trata somente de projetos de MDL que tendem ao fim-de-tubo; projetos em aterros, que de acordo com a matriz de LaGrega, Buckingham e Evans (1994) e os estágios para consumo sustentável de Kiperstok e outros (2002), lidam com resíduos destinados à disposição final, dentro de uma cadeia de produção. Assim sendo, o que se espera analisar em termos de tecnologia ambiental é como se dá, dentro do escopo desses

projetos de MDL, a gestão dos resíduos; é evidenciar, dentro das possibilidades mais próximas do fim-de-tubo nas matrizes conceituais supracitadas, a forma averiguada de tratamento dos resíduos, a eventual recuperação de energia ou material, os processos de separação, reciclagem e concentração de resíduos. Espera-se, assim, identificar quais dentre os projetos tendem a ser mais limpos, embora de fim-de-tubo.

#### 2.4 ATERROS SANITÁRIOS E OS PROJETOS BRASILEIROS DE MDL

Segundo Castilhos Junior e outros (2006), o crescimento da urbanização dificulta a capacidade do meio ambiente de assimilar resíduos; Como zonas urbanas geram grandes volumes de resíduo, especialmente dispostos de forma concentrada, a qualidade da água, do ar e do solo é prejudicada, em maior ou menor grau. A elevada contaminação gerada pelos resíduos sólidos termina por afetar tanto o ser humano quanto a fauna e flora.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008), os lixões, áreas de disposição final de resíduos sólidos a céu aberto, são no Brasil o principal destino final do resíduo sólido urbano nos municípios brasileiros, como se percebe na Tabela 1.

**Tabela 1 – Destino final dos resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos no Brasil**

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: IBGE (2008)

Os lixões não são uma alternativa adequada para disposição final de resíduos sólidos urbanos, pois tais estruturas consistem somente de resíduo sólido descartado diretamente no solo em uma área delimitada, sem que seja empregada qualquer técnica que proteja o meio físico, biológico e antrópico circundante. Além de causar problemas como mau cheiro, os resíduos descarregados a céu aberto favorecem a proliferação de doenças transmitidas por ratos, moscas, mosquitos e outros, afetando negativamente a saúde pública. O chorume produzido pela matéria orgânica em decomposição atravessa o solo, poluindo porções de terra, lençóis freáticos e corpos d'água superficiais. (CONSONI et al., 1995) Geralmente, os lixões servem de base para o estabelecimento de economias informais. Catadores de materiais

recicláveis e criadores de animais – aves, gado e suínos – para consumo, se instalam nos lixões gerando problemas sociais e sanitários (RIBEIRO e LIMA, 2000).

Os aterros surgem como alternativa aos lixões para disposição de resíduos sólidos; Do ponto de vista ambiental e de saúde pública, aterros são opções mais adequadas para o descarte de lixo<sup>3</sup> quando comparados com os lixões. Nos aterros, camadas de resíduo são periodicamente cobertas por terra, de forma a se reduzir os impactos de lixo deixado a céu aberto. São duas as categorias de aterro: aterros controlados e aterros sanitários.

Uma distinção fundamental entre um aterro sanitário e um aterro controlado é que o último não segue normas e procedimentos que estabelecem a coleta e tratamento do chorume, a impermeabilização do solo e a queima do biogás. Segundo Grimberg (2005), os aterros controlados são uma modalidade frágil de disposição de resíduos, pois facilmente podem se tornar lixões, sendo assim tão-somente uma versão remediada destes; são inadequados, pois continuam poluindo a níveis perigosos o ar, o solo e a água. De acordo com Monteiro e outros (2001) aterros controlados são usados principalmente para cidades que coletam até 50 toneladas de lixo por dia, sendo tecnicamente desaconselhado para cidades que produzam volumes maiores de resíduos sólidos, em função do volume de chorume e gás produzido na decomposição e seus impactos na estrutura do aterro e no ambiente. Dado o risco de contaminação, aterros controlados devem ser instalados em terrenos com lençóis freáticos profundos, a mais de três metros de distância do fundo do aterro. É importante apontar que, corroborando a perspectiva de Grimberg (2005), para a nova PNRS os aterros controlados não são uma alternativa aos lixões, visto que são quase tão prejudiciais quantos estes. Assim sendo, sob esta Política, ambos têm sua extinção no Brasil programada para 2014.

Os aterros sanitários atendem a critérios específicos, assegurando o confinamento adequado dos resíduos e reduzindo consideravelmente os danos ambientais, se comparado a lixões ou aterros controlados. Aterros sanitários evitam a proliferação de vetores de doenças, a poluição das águas e a atividade insegura de catadores. Essa modalidade dispõe de estrutura de drenagem e tratamento de gases e de lixiviados. Também deve canalizar córregos e nascentes existentes e afastar ao máximo as águas pluviais. Uma vez que seja alcançada a capacidade útil das células do aterro estas devem ser seladas, impermeabilizadas e posteriormente urbanizadas (BIDONE e POVINELLI, 1999).

---

<sup>3</sup> A PNRS não utiliza mais a expressão “lixo”. Ela se refere a “resíduos” para tratar de qualquer material descartado resultante de atividade humana e chama de “rejeitos” quaisquer resíduos que não podem mais ser tratados ou recuperados, sendo destinado assim à disposição final.

Novamente de acordo com a PNSB (IBGE, 2008) e a

, houve no Brasil um crescimento do direcionamento dos resíduos sólidos para aterros sanitários: em 2000 17,3% dos municípios direcionava os resíduos para estas unidades e em 2008 esse número cresceu para 27,7%. As regiões Norte e Nordeste têm a maior proporção de municípios que direcionam resíduos para os lixões, com 85,5% e 89,3%, respectivamente. Em contraste, as regiões Sudeste e Sul têm os menores percentuais nesse quesito, 18,7% e 15,8%, respectivamente.

A Tabela 2 demonstra, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), a evolução de 2000 a 2010 da coleta de resíduos sólidos urbanos, por regiões do Brasil.

**Tabela 2 – Coleta de resíduos sólidos urbanos, por regiões, 2000 a 2010 (%)**

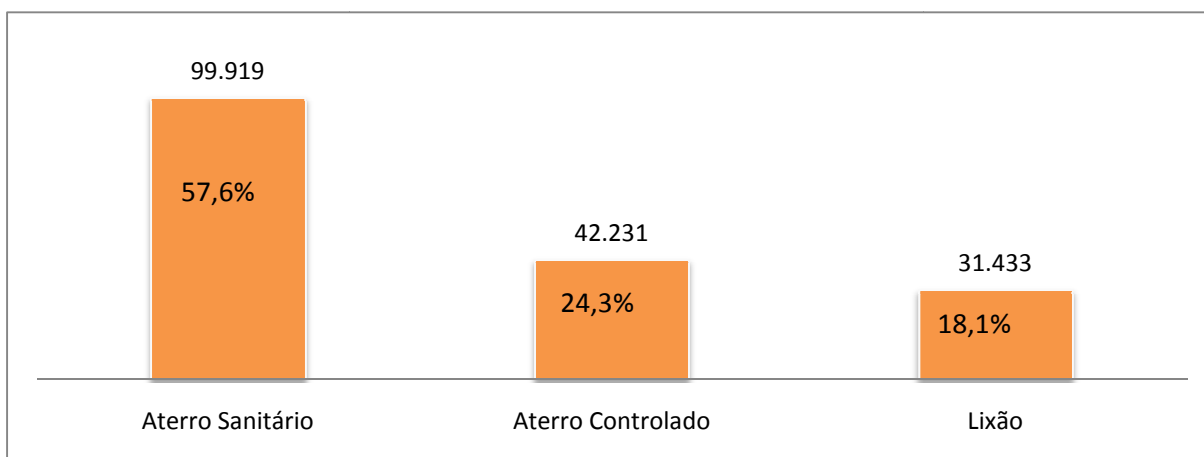
Região	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Norte	85,33	85,33	88,12	88,67	66,71	69,07	71,28	73,56	78,70	80,12	82,22
Nordeste	63,87	63,87	65,69	66,96	66,73	67,86	68,68	69,51	73,45	75,37	76,17
Centro-Oeste	82,86	82,86	84,06	84,00	83,94	84,37	85,16	85,96	90,36	89,15	89,88
Sudeste	90,09	90,09	91,06	91,29	91,43	91,52	91,78	92,04	96,23	95,33	95,87
Sul	80,84	80,84	81,33	81,99	82,24	82,51	83,01	83,51	90,49	90,74	91,47
<b>BRASIL</b>	<b>80,87</b>	<b>80,87</b>	<b>82,15</b>	<b>82,71</b>	<b>81,48</b>	<b>82,06</b>	<b>82,68</b>	<b>83,30</b>	<b>87,94</b>	<b>88,15</b>	<b>88,98</b>

**Fonte:** PNAD (apud ABRELPE, 2010)

Em dez anos, a quantidade de resíduos sólidos coletados no Brasil passou de 80,87% para 88,98%, um aumento de pouco mais de 8%. Das regiões, o Nordeste é a que possui o pior desempenho proporcional de coleta ao longo de todo o período – de 63,87% a 76,17% - no entanto, é também o que mais aumentou sua coleta ao longo de dez anos, 12,3%. A região Sudeste possui os melhores percentuais - entre 90,09 e 95,87% - mas já com ampla coleta, evoluiu de forma modesta no período, 5,78%. A região Norte foi a única que piorou sua coleta ao longo de 10 anos, caindo de 85,33% para 82,22%.

Se em termos de unidades de destino dos resíduos há uma preponderância dos lixões, segundo a PNSB (IBGE, 2008), em termos de volume de lixo descartado a tendência é distinta. De acordo com pesquisa de 2010 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em termos de toneladas de lixo urbano coletado por dia, aterro sanitário é o destino predominante dos resíduos sólidos urbanos, como pode se verificar na Figura 5.





**Figura 5 – Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos Coletados, em toneladas por dia**

**Fonte:** Adaptado de ABRELPE (2010)

Ainda segundo pesquisa da ABRELPE (2010), se considerado o número de municípios em 2010, categorizados por região e modalidades de disposição final, na Tabela 3, há um equilíbrio maior entre as opções de destino do lixo no Brasil, se comparado ao averiguado na pesquisa da PNSB (IBGE, 2008).

**Tabela 3 – Quantidade de Municípios por Disposição Final de RSU.**

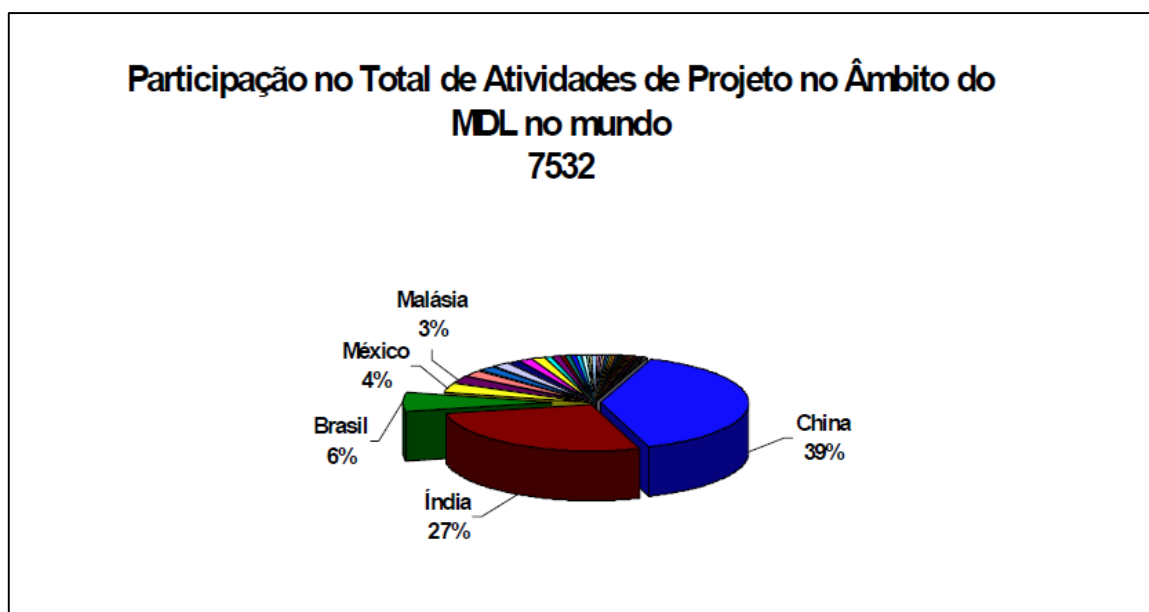
Disposição Final	2010 – Regiões e Brasil					
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	BRASIL
Aterro Sanitário	85	439	150	798	692	2.164
Aterro Controlado	107	500	145	639	369	1.760
Lixão	257	855	171	231	127	1.641
<b>BRASIL</b>	<b>449</b>	<b>1.794</b>	<b>466</b>	<b>1.668</b>	<b>1.188</b>	<b>5.565</b>

**Fonte:** ABRELPE (2010)

Quase 39% dos municípios brasileiros já recorrem a Aterros Sanitários como destino final para o resíduo sólido urbano, à frente dos aterros controlados (31,6%) e dos lixões (29,5%). Como evidenciado previamente, a Tabela 3 aponta que há uma predominância de municípios que recorrem a lixões nas regiões Norte e Nordeste e uma predominância de municípios que recorrem a aterros sanitários no Sudeste e Sul. No Centro-Oeste o destino final dos resíduos dos municípios é bem distribuído entre as três opções de destino.

### 2.4.1 Projetos Brasileiros de MDL

De acordo com o Ministério de Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2011) o Brasil é o terceiro país que mais recebe projetos de MDL no mundo, como pode ser visto na Figura 6.



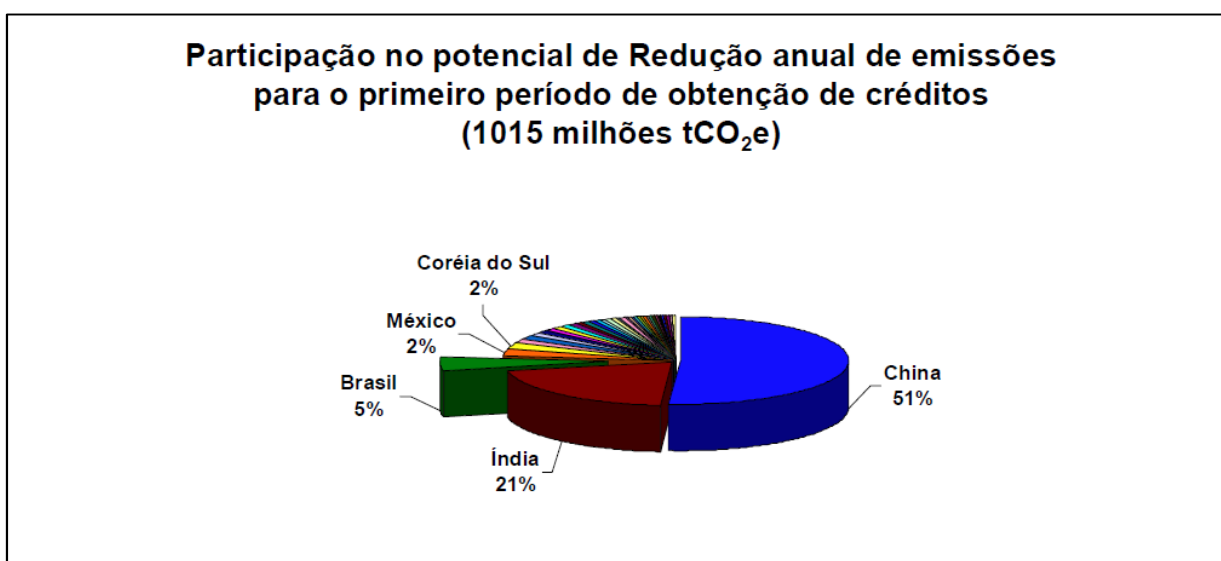
**Figura 6 – Participação total de atividades de Projeto no Âmbito do MDL no mundo**  
Fonte: Brasil (2011)

Dos 7532 projetos que estão em alguma fase do ciclo de projetos do MDL, 489 são do Brasil, ou seja, aproximadamente 6%. Em primeiro lugar encontra-se a China, com 2951 projetos (39%) e em segundo a Índia, com 2054 projetos (27%). Percebe-se que o Brasil está muito atrás dos dois primeiros colocados, com menos de um sexto dos projetos da China e menos de um quarto dos projetos da Índia. Somente Índia e China respondem por 66% de todos os projetos do mundo. Logo atrás do Brasil está o México, com 4% dos projetos e a Malásia com 3%.

De acordo com Miguez (2008) um dos motivos para que o Brasil figure apenas na terceira colocação é o fato de que nos dois primeiros países existe uma dependência do consumo de combustíveis fósseis, especialmente o carvão mineral, enquanto que o Brasil possui uma matriz energética considerada mais limpa. Isso aumenta a quantidade de projetos em potencial que China e Índia podem executar. O Brasil também conta com programas que já reduzem as emissões de GEE e favorecem uma maior responsabilidade com o consumo, como o Programa Nacional de Desperdício de Energia (PROCEL), o Programa Nacional de Incentivo a Energias Renováveis (PROINFA), o Sistema Nacional para Prevenção e Combate

de Incêndios Florestais (PREVFOGO), o Programa Nacional de Redução de Emissões de Veículos (PROCONVE), O Programa Nacional do Biodiesel e o Programa Nacional do Álcool.

Considerando-se a participação de cada país na redução de GEE, em termos do potencial de redução anual das emissões nos projetos, durante o primeiro período de obtenção de créditos de cada um deles, a participação do Brasil é ainda menor, como pode ser visto na Figura 7.



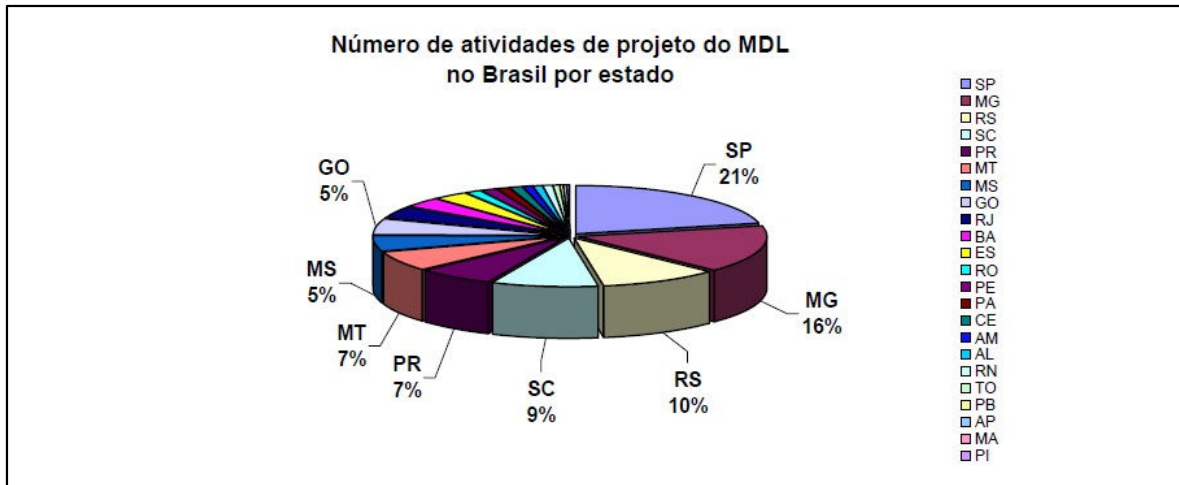
**Figura 7 – Participação no potencial de redução anual de emissões para o primeiro período de obtenção de créditos.**

Fonte: Brasil (2011)

Do total de 1015 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente (tCO<sub>2</sub>e<sup>4</sup>) de emissões anuais que os projetos de MDL têm potencial de reduzir, o Brasil corresponde a 51.676.282 de tCO<sub>2</sub>e/ano, aproximadamente 5% do total. Novamente muito à frente, a China corresponde a 51%, com 517.428.628 de tCO<sub>2</sub>e/ano e a Índia a 21%, ou seja, 208.865.044 de tCO<sub>2</sub>e/ano. Comparando-se as Figuras Figura 6 e Figura 7, nota-se que os tipos de projeto encaminhados da China potencialmente reduzem, proporcionalmente, mais emissões que os projetos do Brasil ou da Índia – seus 39% de projetos reduzem mais que 50% que todos os outros projetos do mundo. Comparando-se ainda as Figuras Figura 6 e Figura 7 percebe-se que tanto os projetos do Brasil quando da Índia e do México reduzem emissões em uma proporção menor que a quantidade de projetos que cada um desses países possui.

Na Figura 8 estão distribuídos os projetos de MDL do Brasil por Estado.

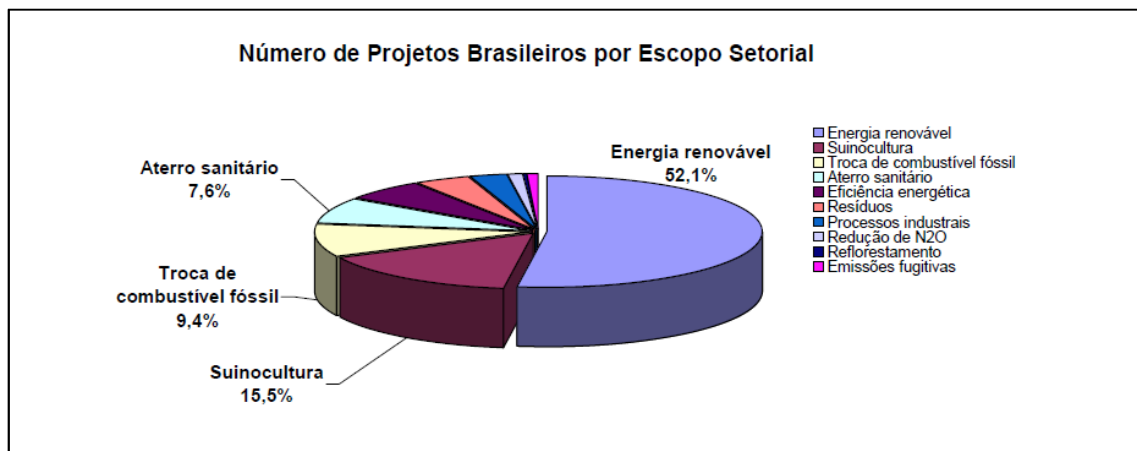
<sup>4</sup> Unidade de medida usada para descrever quanto um dado gás de efeito estufa em uma dada quantidade pode impactar no aquecimento global, tomando uma quantidade funcionalmente equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como referência.



**Figura 8 – Número de atividades de projeto do MDL, por estado**  
**Fonte:** Brasil (2011)

São Paulo é o estado que mais recebe projetos de MDL no Brasil, com 21%. Em segundo lugar está Minas Gerais (16%) e em terceiro o Rio Grande do Sul (10%). Juntos, esses três estados correspondem a quase 50% do total de projetos de MDL brasileiros. Nota-se que a região que mais recebe projetos de MDL é a Região Sudeste, seguida da Região Sul.

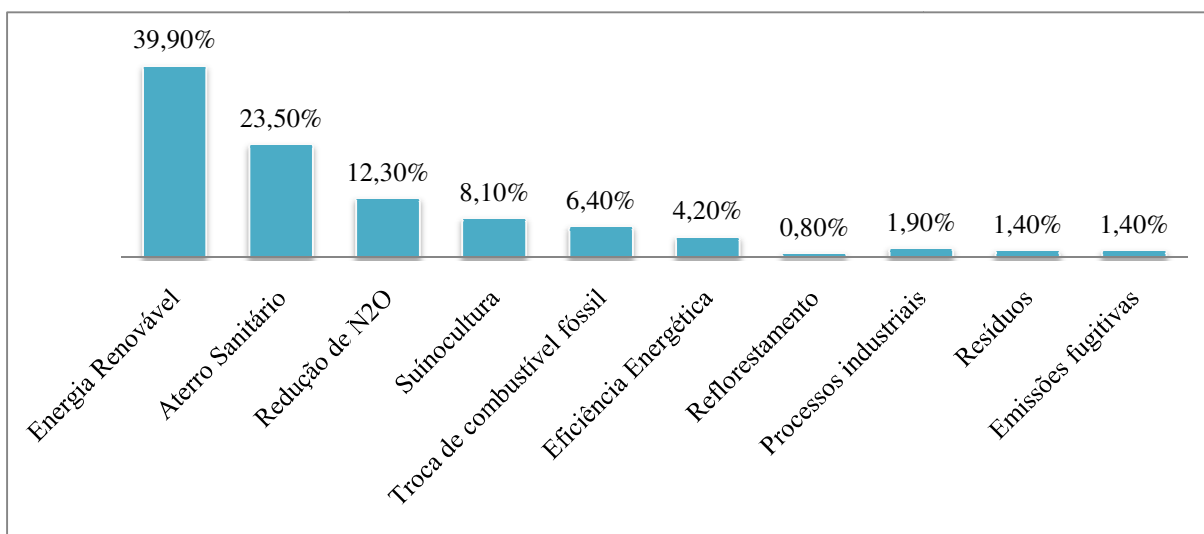
Na Figura 9 estão distribuídos os projetos do Brasil, por escopo setorial.



**Figura 9 – Número de projetos brasileiros por escopo setorial**  
**Fonte:** Brasil (2011)

A maioria dos projetos de MDL do Brasil corresponde a projetos de produção de energia renovável (52,1%). Os projetos de aterro sanitário, objeto de estudo desta dissertação, estão em quarto lugar em quantidade (7,6%). À frente dos projetos de aterro ainda figuram aqueles de suinocultura (15,5%) e de troca de combustível fóssil (9,4%).

Apesar de representar menos que um décimo do total de projetos brasileiros, os projetos em aterros sanitários correspondem por uma das maiores reduções de emissões anuais, como percebido na Figura 10.



**Figura 10 – Redução de emissões em projetos brasileiros de MDL, por escopo setorial**

Fonte: Adaptado de Brasil (2011)

Os projetos em aterros sanitários correspondem a 23,5% da redução de emissões de GEE em projetos de MDL brasileiros, ficando atrás somente dos projetos de energia renovável. Comparando a Figura 9 com Figura 10 nota-se que o percentual de emissões reduzidas por projetos de aterros é três vezes maior que o percentual de projetos de aterro no Brasil. Inference-se daí que projetos de MDL em aterros reduzem grandes volumes de emissões, se comparado, por exemplo, aos projetos de Energia Renovável, que respondem pela maioria dos projetos no Brasil, mas representam um pouco menos que 40% do total de emissões reduzidas em projetos de MDL no Brasil.

Os dados acima apresentados desenharam um breve panorama nacional dos projetos brasileiros de MDL, incluindo os em aterros sanitários. Convém ressaltar que os dados do MCT (2011) apresentados referem-se a todos os projetos brasileiros até maio de 2011. O corte temporal da pesquisa realizada nesta dissertação é mais restrito e os projetos de aterro particularmente estudados serão classificados em grande detalhe na seção de resultados, de acordo com a metodologia que será apresentada em seção própria

#### **2.4.2 Coleta de biogás em aterros sanitários**

Da decomposição da matéria orgânica confinada nos aterros sanitários são produzidos diversos gases, em concentrações variáveis, a depender da composição dos resíduos presentes

e do estágio de decomposição em que esses resíduos se encontram. A combinação desses gases em concentrações variáveis é o chamado “biogás” (BIOGÁS, 2011).

Em sua maior parte, o biogás é composto de metano - de 50% a 70% do volume total – e dióxido de carbono – entre 25% e 50% do volume total. Também possui traços dos gases Oxigênio, Amoníaco, Gás Sulfídrico, Hidrogênio e Nitrogênio. Fora a natureza da matéria orgânica em decomposição, outros fatores afetam a composição e volume do biogás gerado, como umidade, pH, temperatura média e nível de oxigenação. Ter controle de tais variáveis é fundamental para se medir e controlar adequadamente o gás produzido e coletado nos aterros (CASTILHOS JUNIOR et al., 2003).

De acordo com Bidone e Povinelli (1999), a disposição final de resíduos em aterros sanitários é uma solução tecnicamente e economicamente viável para países em desenvolvimento como o Brasil, pois há área disponível barata. Isso não quer dizer, no entanto, que as alternativas de drenagem de biogás mais ambientalmente seguras sejam economicamente viáveis nesses aterros: sistemas passivos de drenagem de biogás, requisito mínimo em aterros sanitários, tem desempenho limitado na redução de gases poluentes que são jogados na atmosfera. Segundo Duarte e Braga (2008), poucos projetos de coleta e queima dos gases de aterros sanitários foram implantados sem recursos oriundos do MDL, já que não existe, até então, legislação que regule a emissão de GEE nesses tipos de empreendimentos. Como qualquer projeto de MDL se pauta pelo princípio da adicionalidade, entende-se que a maioria dos projetos de coleta de metano no Brasil, pelo menos em teoria, não eram economicamente viáveis, sem os incentivos econômicos dados pelos créditos de carbono.

Na concepção de Pavani e Parente (2006) os projetos de MDL desenvolvidos em aterros sanitários são vistos como fortes atrativos para os países que compõem o Anexo I, pois apresentam as seguintes qualificações: diminuem a quantidade de metano; a tecnologia utilizada é bastante difundida e relativamente barata; os aterros, quando existem, normalmente não fazem a recuperação de gases para fins energéticos ou simplesmente realizam a queima em *flares*. Acrescentam, ainda, os autores, que nessa tipologia de projetos, apenas a implantação de queima de GEE através de *flares* já caracteriza adicionalidade nos projetos.

Uma leitura preliminar dos DCPs dos projetos em aterros sanitários disponibilizados no site do MCT (2011) demonstra que não só aterros sanitários dependem de recursos do MDL para instalar sistemas ótimos de coleta de metano. Empresas que administram resíduos sólidos urbanos recorreram ao MDL e se valeram do princípio de adicionalidade para transformar

lixões em aterros sanitários com sistemas de coleta de biogás de alto desempenho, como visto no projeto do Aterro Nova Gerar no Rio de Janeiro (SOUZA, 2007).

De forma complementar, estudos desenvolvidos por Kiquimoto e Souza (2007) no Projeto Bandeirantes de Gás de Aterro e Geração de Energia, na cidade de São Paulo, confirmam essas assertivas. Os pesquisadores também evidenciaram que há viabilidade da implementação de projetos de MDL em aterros sanitários para se minimizar os impactos ambientais e assegurar sustentabilidade com a redução significativa da emissão de GEE.

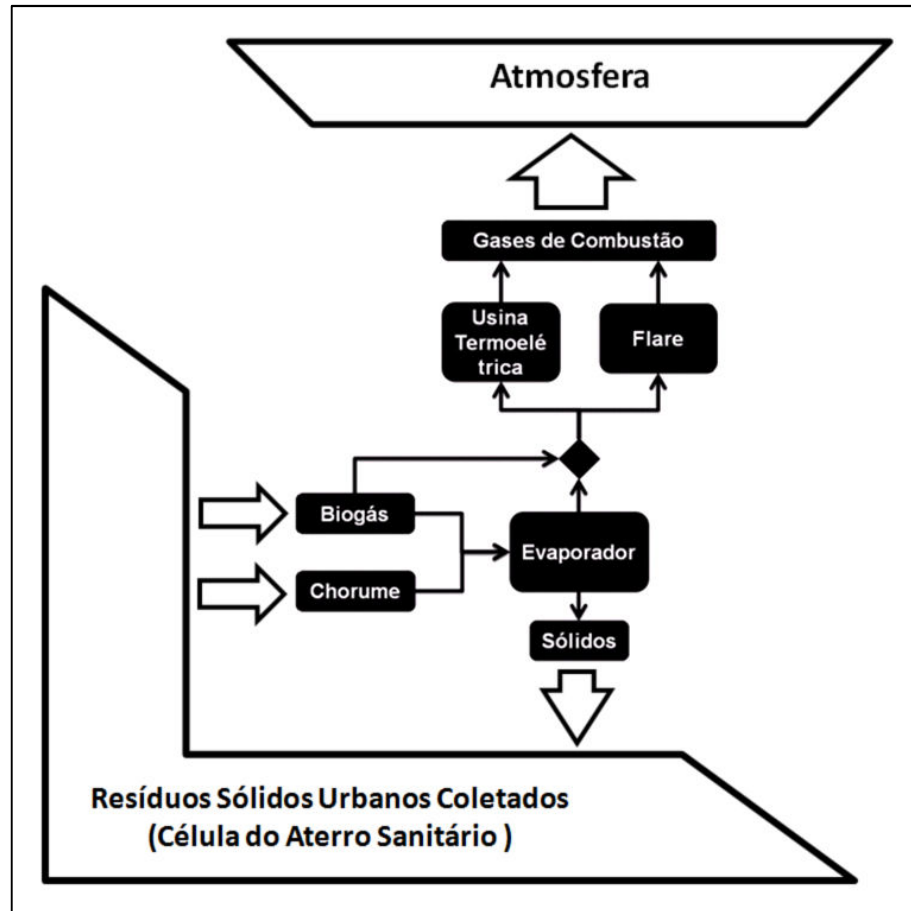
No que diz respeito à produção de energia elétrica em aterros a partir de biogás, a imprecisão dos dados disponíveis, seja referentes à coleta de gás ou seja referentes a indicadores de mercado, deixa potenciais investidores relutantes em financiar esse tipo de tecnologia (USEPA apud CETESB, 2006). O emprego comercial de biogás para produção de energia é ainda pequeno, no entanto ocorre em países desenvolvidos e demonstra crescimento em países em desenvolvimento como a Índia e a China (REN 21 apud ANEEL, 2008). No Brasil esse crescimento também está ocorrendo, principalmente em função de projetos de MDL (PATERNOSTRO, 2009).

Segundo o Banco Mundial (JOHANNESSEN, 1999), para que a coleta de biogás em aterros sanitários seja economicamente viável, é necessário que o aterro receba pelo menos 200 toneladas de resíduo por dia, seja projetado para comportar no mínimo 500.000 toneladas de lixo e permita que os resíduos sejam empilhados a uma altura mínima de 10 metros. (JOHANNESSEN, 1999).

A Figura 11 esquematiza um sistema típico de coleta e tratamento de biogás em aterros sanitários, de acordo com Monteiro e outros (2001) e ICLEI (2009).

Em aterros sanitários há dois tipos básicos de dreno: os drenos de biogás e os drenos de chorume. Os drenos de biogás coletam os gases produzidos no interior do aterro e se conectam ao sistema de coleta através de cabeçotes, tal como o apresentado na Figura 12, que por sua vez se conectam a tubos que conduzem o biogás.

Os cabeçotes estão conectados às tubulações que conduzem os gases para o resto do sistema. O biogás captado é tratado, para isentá-lo de partículas sólidas e de gotículas líquidas, com o auxílio de um filtro e um desumidificador. A Figura 13 demonstra um exemplo de estação de tratamento de biogás.



**Figura 11 – Esquematização de sistema típico de coleta e tratamento de biogás**  
**Fonte:** Adaptação de Monteiro e outros (2001) e ICLEI (2009)



**Figura 12 – Cabeçote de dreno de biogás**  
**Fonte:** USEPA (2011)





**Figura 13 – Estação de tratamento de biogás**

Fonte: USEPA (2011)

O gás no interior dos aterros é succionado pelas tubulações e através do sistema de tratamento com a ajuda de um soprador, tal como o apresentado na Figura 14.



**Figura 14 – Soprador de biogás**

Fonte: USEPA (2011)

Do soprador, o biogás tratado pode ser encaminhado para seu destino final no sistema. Tal destino depende particularmente de cada aterro. Quando não há uso posterior do biogás, ele é conduzido para um *flare* – queimador de gás – tal como o da Figura 15, para que o metano do biogás e outros gases residuais sejam transformados em gases de combustão menos nocivos - predominantemente gás carbônico.

Quando há uso posterior do biogás, este pode ter diversos destinos. Nos projetos de MDL em aterros sanitários no Brasil, o principal fim do biogás que não é queimado em *flares* são as usinas termelétricas. Dentre outras possibilidades, o biogás pode ser conduzido para caldeiras de aquecimento térmico ou para parques industriais. Independente do uso, o biogás é sempre queimado no processo, eliminando-se assim gases mais ambientalmente nocivos na sua composição. Na Figura 16 consta uma típica usina termelétrica de biogás.



**Figura 15 – Queimador de gás**  
**Fonte:** USEPA (2011)



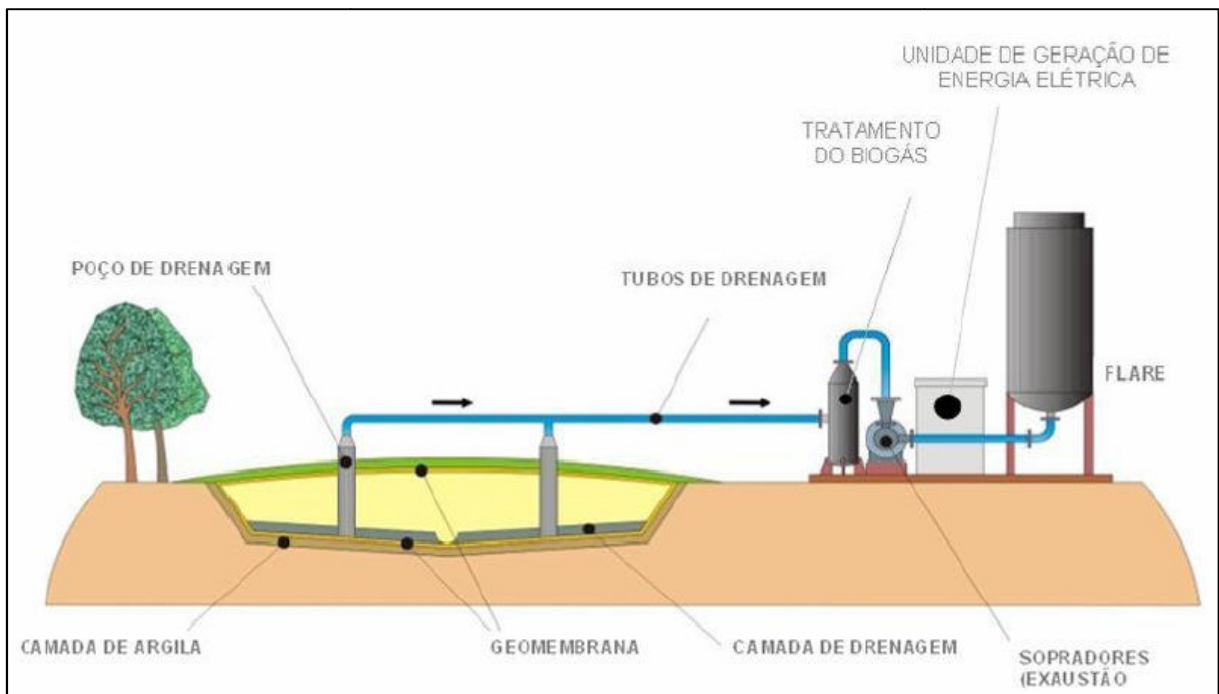
**Figura 16 – Usina termelétrica a biogás típica**  
**Fonte:** Opiniões (2011)

Para garantir que o biogás não dissipe na atmosfera e seja devidamente drenado, é necessário cobrir o aterro com uma geomembrana plástica, que garante que a maior parte do gás se mantenha no interior do aterro e seja drenado para o sistema de coleta. A Figura 17 apresenta uma típica geomembrana instalada em um aterro.



**Figura 17 – Geomembrana usada no aterro sanitário de Salvador**  
**Fonte:** Nápravník Filho (2009)

A Figura 18 ilustra a disposição física de todo o sistema de captura de biogás até então apresentado.



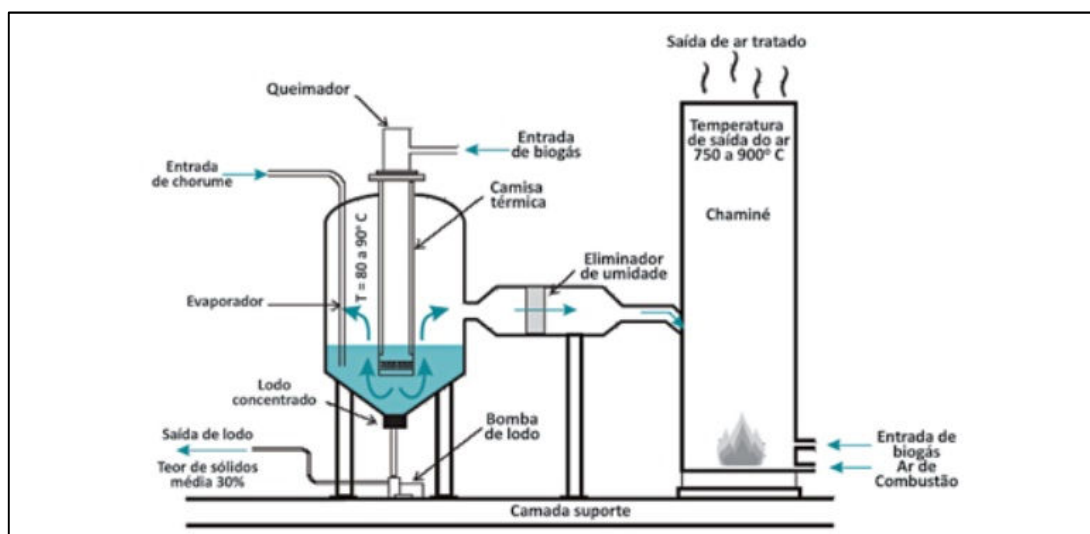
**Figura 18 – Disposição física do sistema de captura de biogás em um aterro**  
**Fonte:** Solvi (2010)

Dentro do próprio sistema, o biogás também pode ser aproveitado para tratar o chorume coletado. Drenos instalados no fundo das células dos aterros, como o demonstrado na Figura 19, coletam o chorume que escoam dos resíduos, concentrando-o para posterior tratamento.



**Figura 19 – Dreno de chorume**  
**Fonte:** Santec (2011)

O chorume coletado pode ser conduzido para um evaporador, como o esquematizado na Figura 20, e assim ter seu volume reduzido em até 70%. O biogás coletado no aterro é utilizado como combustível nesse evaporador, permitindo que o conteúdo líquido do chorume seja evaporado, concentrando o teor de sólidos e formando um lodo concentrado com 30% em média de sólidos. O vapor extraído do chorume é então purificado e pode ser aproveitado na geração de energia. A porção do lodo com alta concentração de sólidos do chorume é devolvida ao aterro sanitário, reduzindo assim o risco do chorume poluir o ambiente.



**Figura 20 – Sistema evaporador de chorume alimentado a biogás**  
**Fonte:** CETRIC (2008)

### 3 METODOLOGIA

Levando em conta conceitos-chave abordados nas considerações teóricas da presente pesquisa – Ciclo de projeto do MDL, Transferência Tecnológica, Tecnologias Ambientais - Silva Jr.(2011) desenvolveu uma metodologia de pesquisa para se avaliar projetos de MDL no Brasil. Esta metodologia, a ser apresentada adiante, é uma consolidação dos procedimentos de pesquisa adotados no projeto de pesquisa “A utilização dos projetos de mecanismos de desenvolvimento limpo pelas empresas brasileiras”, financiado pelo CNPq e executado em parceria com a Universidade Federal da Bahia, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro. O presente autor integrou tal projeto de pesquisa, colaborando em todas suas etapas e participando da construção da metodologia que foi consolidada Silva Jr.(2011) em sua Tese de Doutorado (os integrantes do grupo estão listados no Apêndice B). A produção científica do referido projeto do CNPq consta no Apêndice C desta dissertação. Nele, a presente dissertação é apresentada como uma produção conseqüente de tal projeto de pesquisa.

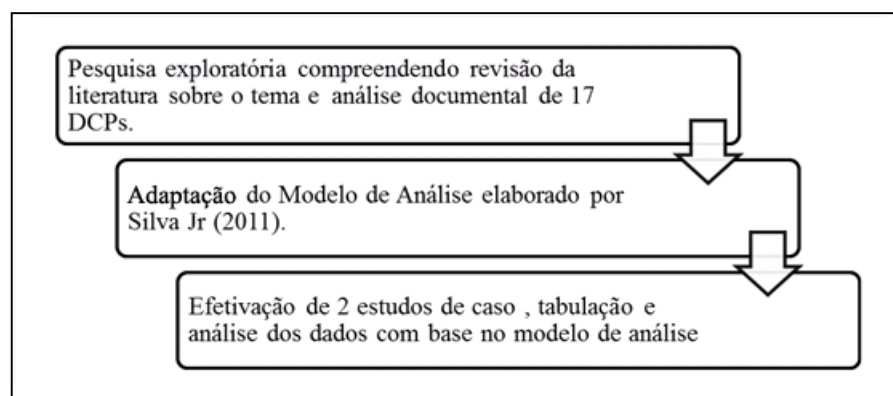
A presente pesquisa consiste em um estudo mais particularizado dos projetos de MDL brasileiros executados em aterros sanitários, de acordo com a metodologia usada no projeto do CNPq e consolidada em Silva Jr.(2011). A natureza do tema investigado alude à adoção de pesquisas do tipo exploratória e documental. A primeira diz respeito a um estudo preliminar e busca obter maior familiaridade com o fenômeno que se pretende investigar limitando-se a definir objetivos e buscar informações sobre determinado assunto. Como evidenciado em Ruiz (1986) e Cervo e Bervian (1983), pode envolver estudo de casos, levantamento documental e entrevistas não-padronizadas. Incluem-se, além desses aspectos, o critério da coleta de dados orientado para análise em profundidade (realização de pesquisa de campo) e a

abordagem qualitativa como opção mais recomendada. A pesquisa documental tem como finalidade levantar informações em documentos que não receberam tratamento científico, a exemplo dos DCPs de projetos de aterros sanitários adotados neste estudo e DCPs de projetos de diferentes naturezas abordados em Silva Jr.(2011).

Complementando o escopo metodológico, foram adotadas neste trabalho também a estratégia de pesquisa estudo de caso (YIN, 2001) e abordagens de análise qualitativa, quantitativa e de conteúdo. Neste estudo, as abordagens qualitativas e quantitativas foram usadas para alcançar os seguintes propósitos: análise documental e de conteúdo dos DCPs dos Projetos; levantamentos bibliográficos; e estudos de casos analítico-explicativos através da realização de entrevistas semi estruturadas em profundidade e aplicação da técnica triangulação dos dados. Assim como em Silva Jr. (2011), a presente pesquisa tem seus resultados divididos em duas fases, derivadas da análise documental dos DCPs e de visitas de campo para a realização dos estudos de caso.

### 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos desta dissertação foram divididos em três estágios, tal como apresentado na Figura 21.



**Figura 21– Estágios dos procedimentos metodológicos**

**Fonte:** Elaboração Própria

Na presente pesquisa, o levantamento documental foi utilizado especificamente para coletar os dados e as informações secundárias nos DCPs de todos os 17 projetos de MDL brasileiros classificados na categoria de aterros, aprovados pelo CEMDL no Brasil, e

registrados na UNFCCC até 31 de dezembro de 2007 (UNFCCC, 2009), conforme Quadro 2, que apresenta a amostra utilizada nesta dissertação.

O corte temporal adotado para este trabalho foi o mesmo utilizado por Silva Jr. (2011) para analisar uma amostra de 75 projetos de MDL representativos de todas os escopos setoriais de projetos de MDL realizados no Brasil. Buscou-se apresentar, nesta etapa do presente estudo, as mesmas dimensões exploradas por Silva Jr. (2011), de forma a se estabelecer uma base para comparação.

Assim, a presente pesquisa aplica o modelo de análise usado por Silva Jr. (2011) em dois casos representativos dos 17 DCPs de projetos em aterros previamente estudados. Em suma, os procedimentos metodológicos do presente estudo se divide em duas etapas: uma primeira, de análise documental de DCPs de aterros sanitários e uma segunda, da aplicação de um modelo de análise de projetos de MDL no estudo de dois casos.

	<b>Projeto</b>	<b>Estado</b>	<b>Cidade</b>	<b>Proponente</b>	<b>Lixo (t/dia)</b>	<b>Redução anual de tCO<sub>2</sub>e</b>
1	Anaconda	SP	Santa Isabel	Anaconda Ambiental Empreendimentos Ltda Sustentável Ltda.	419	120.423
2	Aurá	PA	Belém	Conestoga-Rovers & Associados Engenharia S/A	1.200	320.151
3	Bandeirantes	SP	São Paulo	Biogás Energia Ambiental S.A.	7.500	1.070.649
4	MARCA	ES	Cariacica	MARCA Construtora e Serviços	1.000	231.405
5	NovaGerar	RJ	Nova Iguaçu	NovaGerar EcoEnergia Ltda	2.000	670.133
6	Caieiras	SP	Caieiras	Essencis Soluções Ambientais S.A.	2.000	770.932
7	Canabrava	BA	Salvador	LIMPURB	2.800	202.867
8	Recreio	RS	Minas do Leão	SIL – Soluções Ambientais Ltda	2000	107.881
9	Embralixo/Araúna	SP	Bragança Paulista	Araúna Participações e Investimentos Ltda ; Embralixo - Empresa Bragantina de Varrição e Coleta de Lixo Ltda	164	66.399
10	Itapevi	SP	Itapevi	ESTRE – Empresa de Saneamento e Tratamento de Resíduos Ltda	900	90.575
11	Paulínia	SP	Paulínia	ESTRE – Empresa de Saneamento e Tratamento de Resíduos Ltda	2.500	212.558

12	Lara	SP	Mauá	Lara Co-Geração e Comércio de Energia	1.500	751.148
13	Onyx	SP	Tremembé	Resicontrol Solucoes Ambientais Ltda.	493	70.063
14	Quitaúna	SP	Guarulhos	Quitaúna Serviços Ltda	1.000	95.030
15	Vega	BA	Salvador	Bahia Transferencia e Tratamento de Residuos S.A.	2.361	664.674
16	São João	SP	São Paulo	Biogás Energia Ambiental S/A	5.479	816.940
17	URBAM/Araúna	SP	São José dos Campos	URBAM – Urbanizadora Municipal S.A. ; Araúna Participações e Investimentos Ltda	500	116.909

### Quadro 2 – Projetos de MDL em aterros estudados

Fonte: Elaboração própria

As informações coletadas na primeira etapa estão resumidas no Quadro 3. Tal quadro sintetiza todos os aspectos dos DCPs estudados na análise documental da pesquisa exploratória, incluindo-se aqueles que similarmente foram estudados por Silva Jr. (2011).

Conceito	Aspecto explorado
Ciclo do Projeto	Tempo para aprovação dos DCPs no Brasil e registro dos DCPs na UNFCCC
	Países Compradores de RCE
	Estados brasileiros que participaram como anfitriões de projetos de MDL
	Motivações para o desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil
	Barreiras para o desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil
	Benefícios Sociais gerados pelos projetos de MDL
	Benefícios Ambientais gerados pelos projetos de MDL
	Benefícios Econômicos gerados pelos projetos de MDL
Transferência de Tecnologia	Benefícios Tecnológicos gerados pelos projetos de MDL
	Consultorias contratadas para desenvolvimento de projetos de MDL
Tecnologias ambientais	Técnicas para redução de poluição desenvolvidas pelos projetos de MDL
	Potencial de redução de GEE nos projetos de MDL
	Capacidade instalada prevista para geração de energia em projetos de MDL

### Quadro 3 – Quadro de análise da primeira fase de pesquisa

Fonte: Adaptado de Andrade e outros (2010) e Silva Jr. (2011)

O modelo de análise de Silva Jr. (2011) utilizado para a segunda etapa da presente pesquisa está sintetizado no Quadro 4. A fim de operacionalizar o modelo de análise da pesquisa, cada dimensão sua foi desmembrada em indicadores, para posterior coleta de dados e suportar a análise e a discussão dos resultados da pesquisa (QUIVY e CAMPENHOUDT, 1998).



Conceito	Dimensão	Aspectos
Projeto MDL	Ciclo do Projeto	Principais Barreiras
		Principais Motivações
		Benefícios Sociais, Ambientais e Econômicos
		Influência das Políticas Públicas
		Papel das Partes Interessadas
Tecnologia	Transferência Tecnológica	Tipo de Transferência de Tecnologia
		Forma de Transferência de Tecnologia
	Tecnologia Ambiental	Tipo de Tecnologia Ambiental
		Estratégia Tecnológica Ambiental

**Quadro 4 – Modelo de análise sintético da segunda etapa de pesquisa**

Fonte: Silva Jr (2011)

Os aspectos da dimensão relativa ao ciclo do projeto de MDL foram desmembrados em indicadores no Quadro 5. Os benefícios sociais, ambientais e econômicos gerados pelos projetos de MDL foram desmembrados nos indicadores apontados no Quadro 6.

Aspecto	Indicadores
Barreiras	Legais, Burocracia e Assuntos Institucionais
	Risco de Investimento a Longo Prazo e Elevados Custos
	Falta de Fornecedores, Infraestrutura e Logística
	Comunidade Local e Oposição de Outros Stakeholders
Motivações	Rentabilidade e Diversificação do Core Business
	Melhor Performance Ambiental e Conformidade Legal
	Diversificação da Matriz Energética Brasileira
	Existência de Políticas Públicas Nacionais e Fundos de Financiamento
	Motivação Preponderante
Influência de Políticas Públicas	Internacional
	Nacional
Influência dos Stakeholders	Empresas Privadas
	Governo
	Organização Não Governamental

**Quadro 5 – Indicadores da dimensão Ciclo de Projeto do Modelo de Análise adotado**

Fonte: Silva Jr (2011)

Aspecto	Indicadores
Social	Capacitação Profissional e Melhores Condições de Trabalho
	Filantropia e Projetos Sociais para a Comunidade Local e Outros <i>Stakeholders</i>
	Melhora da Qualidade de Vida e Menor Êxodo Rural
Ambiental	Redução da Emissão de GEE e Mitigação de Impactos Ambientais
	Reflorestamento Sustentável e Reparação/Conservação da Mata Nativa
	Uso de Matéria-Prima de Fonte Renovável
	Coleta Seletiva de Resíduos
Econômico	Desenvolvimento e Integração de Mercados Locais e Regionais
	Geração de Emprego e Distribuição de Renda
	Aumento da Competitividade, Redução de Custos e Melhora da Imagem da Empresa
	Arrecadação de Tributos

**Quadro 6 – Aspectos Social, Ambiental e Econômico da dimensão Ciclo de Projeto do Modelo de Análise**  
**Fonte:** Silva Jr (2011)

A dimensão da transferência de tecnologia foi dividida nos indicadores apontados no Quadro 7.

Transferência de Tecnologia	Indicador
Tipo	Exógena
	Endógena
Forma	Contatos Transferência de Tecnologia e Licenças;
	Tecnologia Incorporada por Importação de Máquinas e Equipamentos;
	Conhecimento Tácito e Conhecimento Adquirido Consultorias, Suporte Técnico e Programas
	Treinamento Práticos;
	Melhora da Tecnologia Através de Aprendendo Fazendo;

**Quadro 7 – Indicadores da dimensão Transferência de Tecnologia do Modelo de Análise**  
**Fonte:** Silva Jr (2011)

Por fim, a dimensão das Tecnologias Ambientais foi abordada com os indicadores apontados no Quadro 8.

Tecnologia Ambiental	Indicadores
Tipo	End of Pipe
	Tecnologia Mais Limpa
Estratégia	Tratamento de Resíduos. Separação, Concentração, Incineração e Recuperação de Energia
	Disposição Final de Resíduos e Reuso
	Reciclagem Interna ou Externa
	Redução Resíduos Através Tecnologia e Mudança de Matéria-Prima

**Quadro 8 – Indicadores da dimensão Tecnologia Ambiental do Modelo de Análise**  
**Fonte:** Silva Jr (2011)

O modelo de análise foi aplicado ao estudo de dois casos representativos da realidade brasileira referente a projetos de MDL em aterros sanitários: o projeto da Vega, em Salvador, e o projeto da NovaGerar, em Nova Iguaçu. Para seleção destes dois casos representativos, os principais critérios usados foram: tempo de existência do projeto, localização geográfica do aterro e situação do aterro no cenário de linha de base, antes da existência do projeto de MDL. Os projetos Nova Gerar e Vega foram os dois primeiros projetos de MDL em aterros sanitários aprovados no Brasil e no mundo, um no Sudeste e o outro no Nordeste. Antes da implantação do projeto de MDL, o aterro NovaGerar era um lixão, sem nenhum controle maior sobre os poluentes, enquanto que o aterro da Vega já era aterro sanitário e carecia somente de melhoria na coleta e queima de biogás. Com isso, buscou-se comparar dois projetos tecnicamente mais distintos o possível um do outro, em regiões diferentes do país, que, no entanto, fossem contemporâneos e antigos o suficiente para se analisar o ciclo do projeto por completo.

Os casos representam uma investigação intensiva e exaustiva de um ou poucos objetos, considerando principalmente, a compreensão total do assunto investigado, com avaliação qualitativa de fenômenos e fatos (MARTINS, 2006). Busca-se, para além da primeira etapa de pesquisa, avaliar fenômenos organizacionais no seu contexto verdadeiro, permitindo averiguar resultados de diversas fontes, permitindo uma comparação qualitativa dos fenômenos, sem se restringir somente às informações de uma organização (YIN, 2001).

O modelo de análise foi aplicado nos casos estudados com ajuda de roteiro de entrevista (ver Apêndice A) também utilizado em Silva Jr. (2011), usado com os gestores dos projetos em questão. Foram coletadas suas opiniões e expectativas, em uma tentativa de detalhar as principais motivações para a execução do projeto, ligações e impactos nas atividades fins da empresa e benefícios esperados e obtidos pelo projeto. Também foi perguntado sobre os obstáculos jurídicos, institucionais, econômico-financeiros, políticos e técnicos dos empreendimentos. O estudo de ambos os casos analítico-explicativos envolveu pesquisa de campo detalhando o funcionamento dos projetos, incluindo entrevistas e contatos com gerentes, projetistas, trabalhadores, membro de comunidades próximas, fornecedores, organizações de suporte como ONGs e da sociedade civil, governos (municipal, estadual e federal), órgãos ambientais estaduais e universidades que tenham relação com o projeto.

A pesquisa de campo envolveu coleta de material bibliográfico, documentos institucionais e dados, entrevistas semi-estruturadas com os principais atores sociais envolvidos com os projetos (Weiss, 1995). O trabalho de campo identificou, nos vários

projetos estudados: qual foi o papel dos principais atores na implantação dos mesmos; quais foram os obstáculos para o seu desenvolvimento e como foi possível ultrapassar esses obstáculos.

Foram coletados dados secundários (levantamento bibliográfico e análise documental e de conteúdo nos DCPs e nos *web sites*) e primários (entrevistas semi-estruturadas e visitas técnicas de campo). Os dados foram triangulados e analisados à luz do modelo de análise, de acordo com técnica proposta por Yin (2001) e Martins (2006).

## **4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA**

Nos tópicos 4.1 e 4.2 a seguir são discutidos os resultados alcançados na primeira e segunda fases de pesquisa, conforme os modelos de análise desenvolvidos.

### **4.1 RESULTADOS OBTIDOS NA 1ª FASE DA PESQUISA**

Nesta seção constam os resultados da 1ª etapa da pesquisa, de acordo com modelo de análise apresentado nos procedimentos metodológicos. A apresentação dos resultados está subdividida conforme a estrutura básica do referencial teórico, a fim de permitir análises particularizadas de cada um dos aspectos teóricos que ajudarão a responder o problema de pesquisa. Em cada subdivisão os resultados encontrados são apresentados na forma de gráficos e logo em seguida comparados com os resultados equivalentes do estudo dos 75 DCPs em Silva Jr (2011).

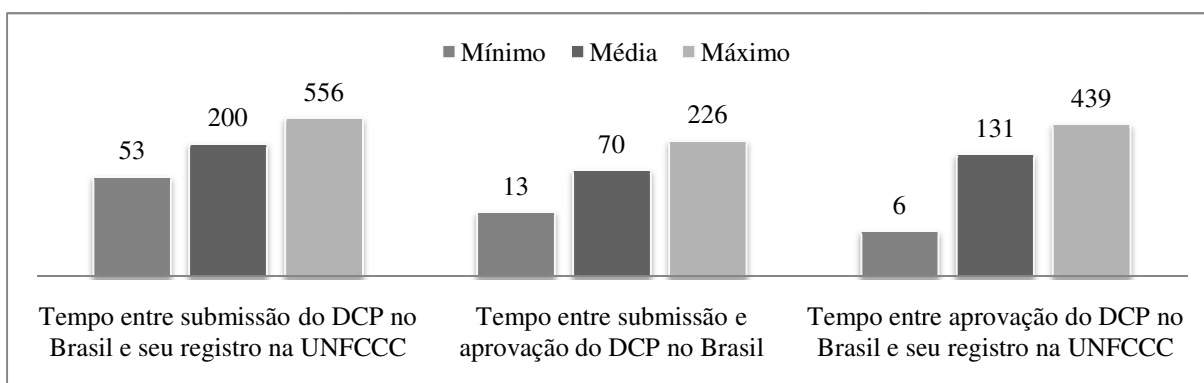
Importante ressaltar que muitos dos gráficos apresentados a seguir demonstram indicadores percentuais que somam mais que 100%, pois admitem mais de uma resposta para cada projeto de MDL estudado. Conforme o modelo de análise, por exemplo, cada projeto admite como resposta múltiplos benefícios tecnológicos, sociais, ambientais e econômicos, bem como permite que haja mais de um comprador de RCE.

#### 4.1.1 Ciclo do Projeto

Nesta seção são apresentados dados referentes ao ciclo dos projetos de MDL, que servem de ponto de partida para uma compreensão da natureza dos projetos de MDL executados em aterros no Brasil.

Os gráficos a seguir tratam do tempo de aprovação e registro dos projetos de MDL nos aterros, desde a data de submissão. Na

Figura 22 contam o tempo mínimo, máximo e médio averiguados para cada uma das etapas até o registro do projeto na UNFCCC. O tempo médio total para que um projeto de aterro tenha seu DCP aprovado no Brasil e registrado na UNFCCC, desde sua data de submissão ao CIMGC, segundo os prazos constatados nos 17 projetos estudados, é de, aproximadamente, 200 dias. No entanto, varia bastante de projeto a projeto: enquanto que para ser registrado na UNFCCC o projeto do Aterro de Itapevi aguardou um tempo mínimo, de menos de dois meses, o Aterro de Salvador esperou 556 dias, mais que um ano e meio.



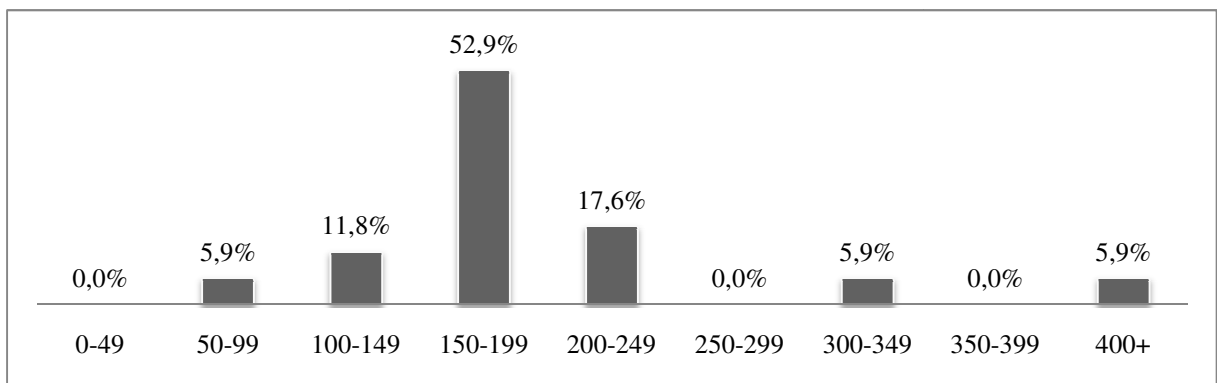
**Figura 22 – Tempo mínimo, médio e máximo para aprovação do DCP no Brasil e registro na UNFCCC**

Fonte: Elaboração própria

Vale ressaltar que este tempo varia muito em função da qualidade do DCP elaborado e do processo burocrático existente em cada caso particular. Ao longo do processo, caso haja dúvida por parte do Comitê, o projeto é retornado para os proponentes, para que estes esclareçam por escrito quaisquer questões levantadas. Entre avaliações, esclarecimentos e ressalvas, a aprovação do projeto pode levar muitos meses. A tendência, no entanto, é que os projetos demorem menos tempo nessa interação por escrito entre proponentes e CEMDL, uma vez que a COP de 2010, em Cancun, aprovou uma revisão de procedimento que permite a comunicação das partes por outros meios como telefone e e-mail (UNFCCC, 2011).

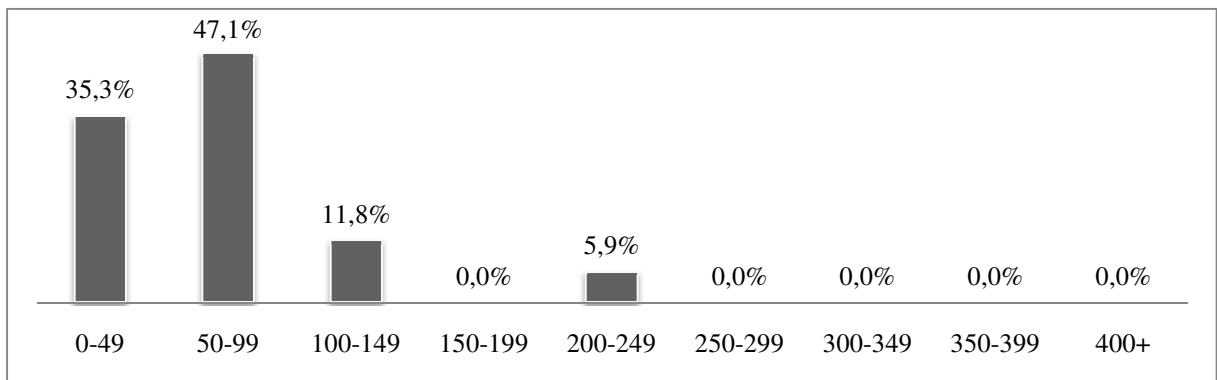
Desde a data em que o DCP foi inicialmente submetido até sua efetiva aprovação em instância nacional, o tempo médio decorrido foi de 70 dias. Após a aprovação em instância nacional, o tempo de espera para, em seguida, o projeto ser registrado internacionalmente na UNFCCC, foi maior: 131 dias, em média. O tempo mínimo contabilizado até aprovação do DCP no CIMGC foi de menos de duas semanas, enquanto que o período mais longo foi do Aterro Onyx, pouco mais que sete meses e meio. Da aprovação no Brasil até registro na ONU o aterro de Lara aguardou curtos 6 dias, enquanto que, no outro extremo, o Aterro de Salvador teve que aguardar mais que um ano e dois meses.

As Figura 23, Figura 24 e Figura 25 mostram em mais detalhe o prazo decorrido, por faixa de tempo. A maioria (52,9%) dos projetos levou entre 150 e 200 dias para cumprir todo o ciclo de aprovação e registro. Quase metade (47,1%) levou entre 50 e 100 dias para ser aprovado na instância nacional e 35,3% levaram no máximo 49 dias para a aprovação. Uma vez aprovados nacionalmente, 35,3% dos projetos demoraram entre 100 e 150 dias para serem aprovados, 29,4% dos projetos levaram entre 150 e 200 dias e 17,6% demoraram entre 50 e 100 dias.



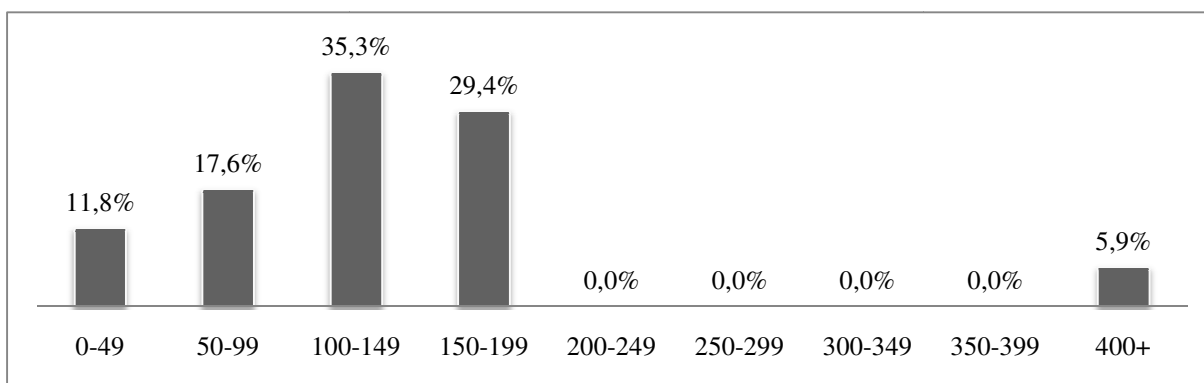
**Figura 23 – Tempo entre submissão do DCP no Brasil e registro na UNFCCC, em dias**

Fonte: Elaboração própria



**Figura 24 – Tempo entre submissão e aprovação do DCP no Brasil, em dias**

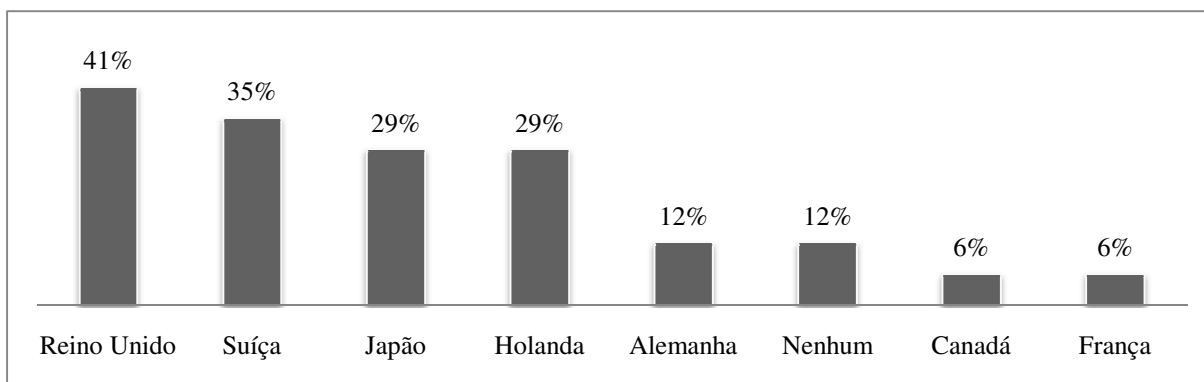
Fonte: Elaboração própria



**Figura 25 – Tempo entre aprovação do DCP no Brasil e registro na UNFCCC, em dias**

Fonte: Elaboração Própria

Na Figura 26 consta a nacionalidade dos compradores de RCE gerados pelos projetos. Tal como constatado por Silva Jr (2011), percebe-se que países-ilha – Japão e Reino Unido – são grandes compradores de RCE de projetos brasileiros de MDL em aterros, bem como a Holanda, país que se encontra abaixo do nível do mar. Permanece, assim, a percepção de Silva Jr (2011), de que a concentração de compradores neste pequeno grupo possa decorrer da natural vulnerabilidade deste aos fenômenos causados pela elevação dos níveis dos oceanos e das mudanças climáticas, e possíveis catástrofes naturais conseqüentes.



**Figura 26 – Países compradores de RCE dos projetos de MDL em aterros brasileiros**

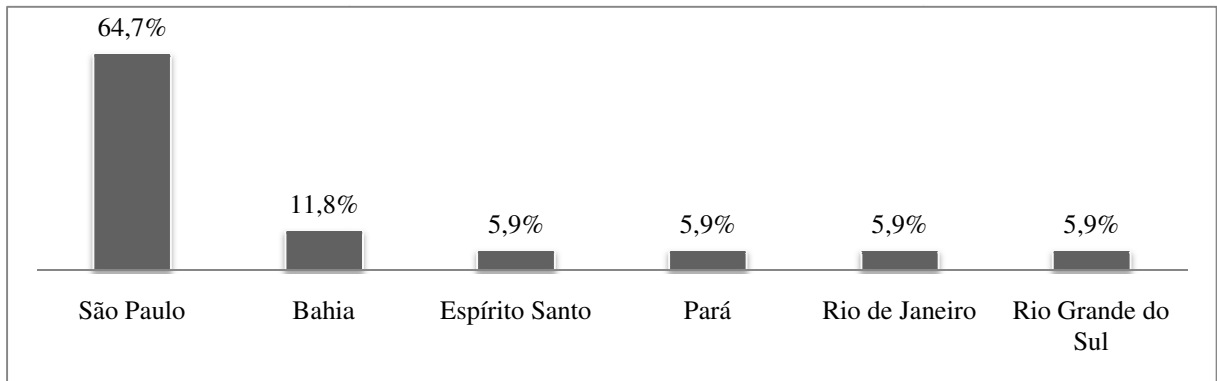
Fonte: Elaboração Própria

Não existem, no entanto, dados suficientes nesta pesquisa que categoricamente confirmem tal constatação. Os outros dois mecanismos de flexibilização existentes no PK – IC e CE – permitem que os países do Anexo I adotem diferentes estratégias para adquirir direitos de emissão. Dessa forma, países como Canadá, França e Alemanha, que constam com participação modesta na aquisição de RCE de projetos brasileiros de aterro, podem estar cumprindo suas metas de redução de GEE por diferentes meios, inclusive através de projetos de MDL em outros países em desenvolvimento que não o Brasil. Assim como nos estudos de



Silva Jr (2011) nota-se também na Figura 26 que a Suíça tem expressiva participação na compra de RCE de aterros brasileiros.

Quanto à participação dos estados brasileiros como anfitriões dos projetos de aterro percebe-se, conforme a Figura 27, a preponderância absoluta do estado de São Paulo.



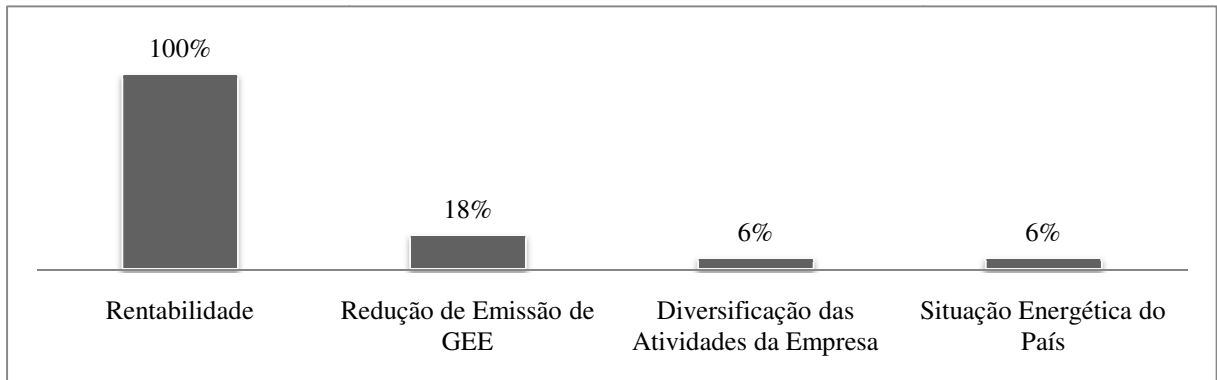
**Figura 27 – Participação dos estados brasileiros como anfitriões dos projetos de MDL em aterros**

Fonte: Elaboração própria

Esta identificação de São Paulo como o maior anfitrião de projetos de aterro faz jus aos resultados encontrados por Silva Jr. (2011) para todos os tipos de projetos de MDL brasileiros, nos quais São Paulo figurava com aproximadamente 48%. No caso específico dos aterros, a concentração é ainda maior - quase 65% dos projetos de MDL em aterros estão em São Paulo. Diferentemente do estudo geral, no entanto, nos projetos específicos de aterro, Minas Gerais e Mato Grosso não só não são os segundo e terceiro maiores anfitriões, como também nem figuram entre os estados que receberam projetos de MDL deste tipo. Rio Grande do Sul, com participação mais relevante nos estudos dos 75 DCPs (11%), surge na Figura 27 com participação modesta (5,9%).

Com a exceção de São Paulo, os demais estados brasileiros ainda possuem uma participação reduzida e pontual no desenvolvimento de projetos de MDL em aterros. Depreende-se que São Paulo possua muitos projetos de aterro por ter em seu território grande parte da matriz industrial brasileira, assim como o maior contingente populacional dentre os estados brasileiros, o que acarreta na produção de grandes volumes de resíduo sólido urbano e industrial, e, conseqüentemente, na necessidade de muitos aterros. Tal fator de industrialização e concentração urbana não explica, no entanto, como estados como o Paraná, Rio de Janeiro e Minas Gerais não tenham abarcado muitos projetos de MDL em aterros, especialmente Minas Gerais, que recebe por volta de 28% de todos os projetos de MDL do Brasil (SILVA JR, 2011).

Quanto às principais motivações para o desenvolvimento de projetos de MDL em aterros sanitários, percebe-se, na Figura 28, a relevância absoluta do aspecto econômico.



**Figura 28 – Motivações para o desenvolvimento de projeto de MDL no Brasil**

Fonte: Elaboração própria

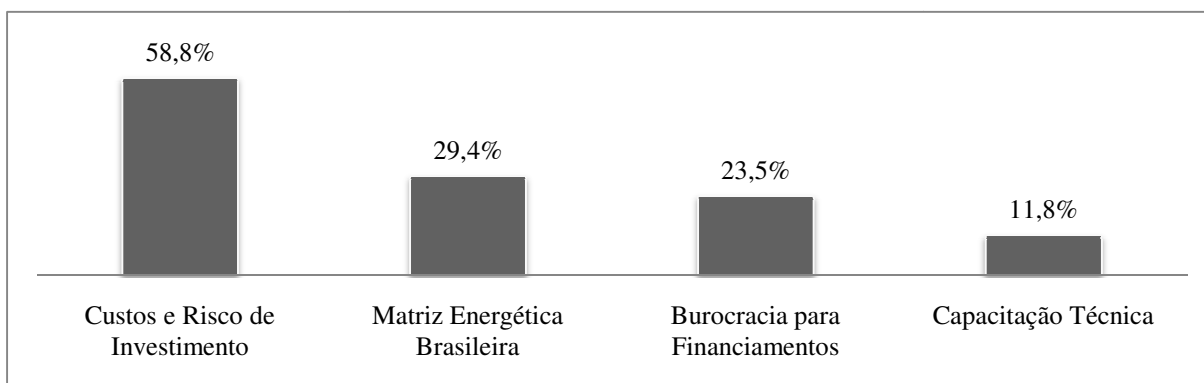
O fator “Rentabilidade” é apontado como motivação para o desenvolvimento dos projetos de aterros em 100% dos DCPs estudados. Fica claro que o interesse econômico das empresas envolvidas com a venda de RCE suplanta largamente qualquer outro interesse averiguado; a soma do percentual de todas as outras motivações apontadas – “Redução de Emissão de GEE” (18%), Diversificação das Atividades da Empresa (6%) e Situação Energética do País (6%) – não alcançam um terço do percentual do fator “Rentabilidade”.

O interesse na diversificação das atividades das empresas que administram os aterros, com a possível venda de energia elétrica gerada a partir de queima de metano, ou com a venda do metano em si – como almejado especificamente no DCP do aterro de Caieiras - é pequeno. É evidenciado nos DCPs estudados que lucrar com a geração de energia em projetos de aterro é difícil no contexto vigente da matriz energética brasileira; não há incentivos fiscais e políticas de financiamento que tornem atrativo o repasse da energia gerada para as concessionárias, seja enquanto maximizador de retorno financeiro sobre o negócio de aterros ou seja como linha de negócio alternativo para as empresas. Para alguns projetos, no entanto, a situação de crise energética no país entre 2004 e 2007 seria um motivador para se fomentar uma alternativa de geração de energia que viria a diversificar mais a matriz energética brasileira. O pequeno percentual de projetos que apontaram a redução dos GEE como motivador só reforça a percepção que perante o interesse econômico o aspecto ambiental dos projetos de aterro tem limitada importância.

Comparando-se o estudo dos 75 DCPs de MDL brasileiros com os 17 projetos de aterro analisados, percebe-se que com aterros o interesse é mais econômico e menos ambiental: se para a amostra de todos os tipos de projeto de MDL a rentabilidade é o fator preponderante,

com 88%, para os projetos de aterro esta é mais importante ainda; se para os 75 projetos estudados por Silva Jr. (2011) a questão ambiental aparece em segundo plano, com 49%, nos projetos de aterro ela se mostra menos importante ainda, com apenas 18%. Da mesma forma, o restante dos motivadores se mostra menos relevantes para os executores dos projetos de aterros que para as empresas no caso dos 75 DCPs estudados por Silva Jr. (2011).

Na Figura 29 constam fatores apontados como barreiras para o desenvolvimento dos projetos. A barreira mais apontada pelos projetos (58,8%) refere-se aos custos de implantação dos projetos e riscos de investimento verificados. Projetos que consideraram a possibilidade de geração de energia apontaram, em especial, grandes riscos de investimento, especialmente em função da situação vigente do sistema energético brasileiro – fonte de incertezas – e maior custo de implantação de termelétricas a biogás. Conseqüentemente, atrelado a essa primeira barreira, a segunda barreira mais apontada foi justamente a matriz energética brasileira (29,4%). Entre a dificuldade de se entrar como Produtor Independente de Energia (PIE), dado um modelo brasileiro de gestão da energia bastante centralizado e a perspectiva de haver uma diversificação maior em função do risco de apagão, os investidores ficam apreensivos e sem maiores indicadores de mercado que transmitam segurança no financiamento desse tipo de projeto. Isso corrobora a perspectiva da USEPA (apud BIOGÁS, 2006) quanto à insegurança dos investidores, já apontado no referencial teórico.



**Figura 29 – Barreiras para o desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil**

Fonte: Elaboração própria

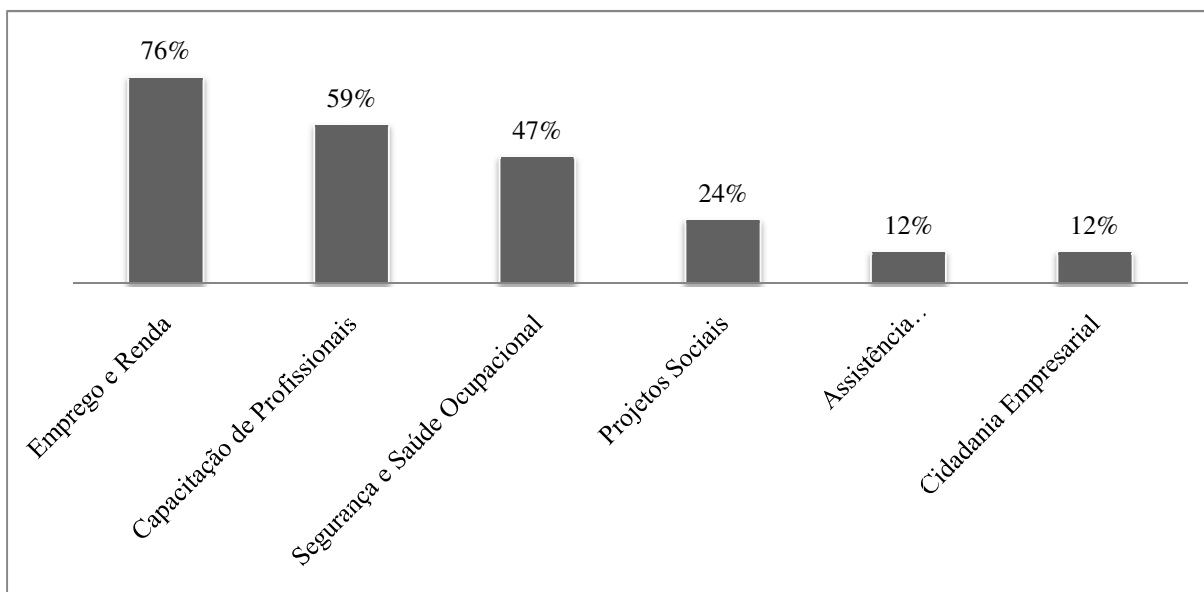
Burocracia para obtenção de financiamentos também foi mencionado, por pouco menos de um quarto dos projetos. De fato, segundo os DCPs, poucas empresas recorreram a financiamentos para viabilizar seus projetos e nenhuma se valeu de financiamento público. Os que recorrem a financiamento internacional, como por exemplo o projeto do aterro em Canabrava, em Salvador, ressalta a dificuldade de se obter financiamento no país para projetos em aterros, seja de natureza pública ou privada. Por fim, pouco mais de 10% dos projetos apontaram falta de *know-how* e capacitação técnica como empecilho na implantação

dos projetos, indício que a transferência exógena de tecnologia não representa um fator tão relevante nesta categoria de projetos de MDL; que o Brasil já possui tecnicamente as condições para a implantação das tecnologias, já dominadas e empregadas, enfraquecendo o papel do MDL como promotor de novos conhecimentos tecnológicos para as nações em desenvolvimento. Se transferência de novas tecnologias fosse uma necessidade preponderante e premente nestes projetos, os riscos relacionados à inovação tecnológica e capacitação profissional seriam bem evidenciados.

Por contraste, em Silva Jr. (2011), os 75 projetos estudados apontaram, em sua grande maioria, burocracia como um grande empecilho para a execução dos projetos, com 84% de incidência. A maioria dos projetos também indicou “custos e riscos de investimento”. Depreende-se que no caso particular de aterros não existem muitos empecilhos na execução de projetos de MDL, pois é relativamente simples e sem necessidade de grandes inovações tecnológicas implantar os sistemas de coleta e queima de metano, se comparado, por exemplo, à implantação de um parque eólico ou uma usina hidrelétrica.

A partir da análise documental dos DCPs dos 17 projetos de aterro investigados foram também pesquisadas as contribuições dos projetos de MDL para a promoção de desenvolvimento sustentável, nas esferas econômica, social e ambiental.

Quanto à esfera social, a Figura 30 indica a freqüência dos principais benefícios citados pelos 17 projetos analisados.



**Figura 30 – Benefícios sociais gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil**

Fonte: Elaboração própria

Assim como em Silva Jr. (2011), percebe-se nos projetos de aterro a relevância maior do benefício “geração de emprego e renda”, apontado em 76% dos projetos analisados. Deve-se frisar, no entanto, que no caso dos aterros sanitários o número de empregos gerados é pequeno, pois o contingente de profissionais necessário para se operar os sistemas de coleta e queima de metano é pequena e boa parte dos empregos gerados não exige maiores qualificações. A geração de empregos é mais expressiva nestes projetos durante a implantação das tecnologias empregadas, quando se faz necessário o apoio de um número maior de profissionais.

Diferente do que foi evidenciado em Silva Jr. (2011), no entanto, a capacitação de profissionais foi apontada como benefício na maioria dos projetos. O percentual de 59% deste fator contrasta com os pouco mais de 10% dos projetos que indicaram a mesma capacitação profissional como uma barreira. O que se percebe é que a capacitação de profissionais enquanto benefício social não diz respeito tanto ao treino de profissionais com conhecimento altamente especializado, mas sim da habilitação de profissionais de baixa qualificação para atender a necessidades pontuais na operação das tecnologias empregadas. Esta evidência é reforçada quando se percebe que “assistência educacional e cultural” é apontado como benefício somente em 12% dos projetos estudados.

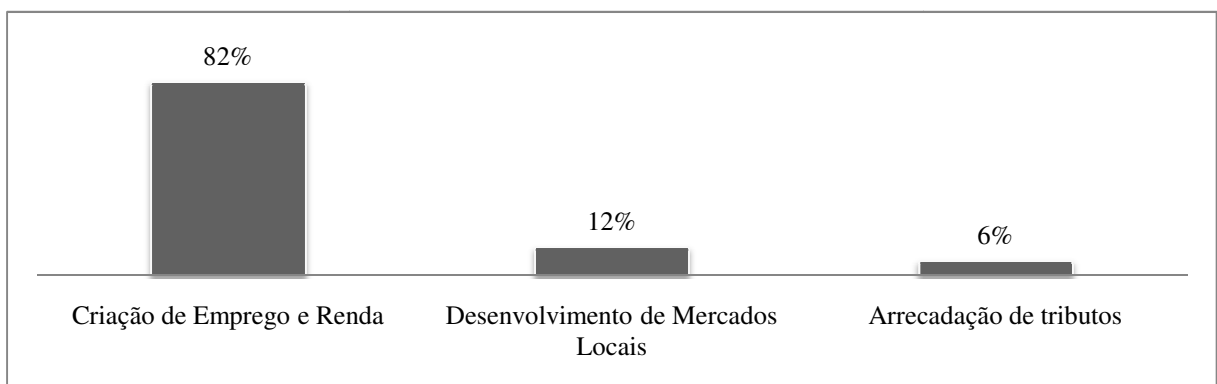
Um número considerável dos projetos (47%) também apontou benefícios que se enquadram em “Segurança e Saúde Ocupacional”. Na maioria destes casos, no entanto, este benefício decorre tão-somente do fato que um sistema eficiente de coleta e queima do biogás gerado pela decomposição do resíduo sólido reduz o risco de explosões e melhora a insalubridade e qualidade do ambiente de trabalho.

Em suma, a maioria dos benefícios sociais decorre naturalmente do projeto implantado e seus benefícios econômicos. Não se percebe uma grande preocupação em se beneficiar diretamente a comunidade por meio de Projetos Sociais (12%) ou iniciativas de Cidadania Empresarial (12%).

Quanto à esfera econômica do desenvolvimento sustentável, a Figura 31 aponta os benefícios apontados pelos projetos. Assim como na esfera social, “criação de emprego e renda” prepondera sobre outros benefícios. Se a maioria dos benefícios sociais foi decorrente da atividade econômica em si, é esperado que novamente apareça como benefício relevante. Enquanto benefício econômico, a criação de emprego e renda é apontada em 82% dos 17 projetos de aterro estudados. Isso corrobora a perspectiva de Silva Jr. (2011), que tanto no

aspecto econômico quanto no social os projetos de MDL contribuem de forma quase que exclusiva para a geração de emprego e distribuição de renda.

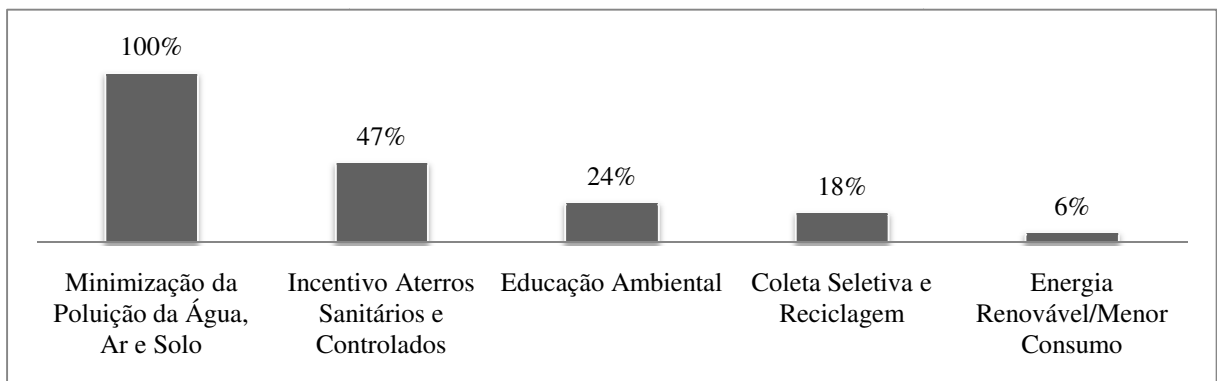
Os outros dois benefícios econômicos percebidos, desenvolvimento de mercados locais e regionais (12%) e aumento na arrecadação de tributos (6%), assim como em Silva Jr. (2011), só fortalece a idéia de geração de emprego e renda como grande benefício do MDL no Brasil, pois naturalmente a entrada de divisas no país, através do recebimento dos créditos de carbono, garante a arrecadação de impostos, e, no caso particular dos projetos de aterros, estimula o mercado nacional na produção de equipamentos de captura e queima de metano, produzindo, por conseguinte mais emprego e renda.



**Figura 31 – Benefícios econômicos gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil**

Fonte: Elaboração própria

Por fim, na esfera ambiental da sustentabilidade, a Figura 32 demonstra os benefícios citados pelos DCPs dos 17 projetos de aterro analisados.



**Figura 32 – Benefícios ambientais gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil**

Fonte: Elaboração própria

Previsivelmente, o benefício “Minimização da Poluição da Água, Ar e Solo” foi apontado em todos os projetos estudados. Como despoluição é premissa básica de qualquer projeto de MDL, a incidência de tal benefício não se mostra relevante a título de interpretação de resultados. Assim sendo, o benefício ambiental mais relevante evidenciado nos projetos

estudados foi o incentivo à criação de aterros sanitários, em oposição a lixões que não têm suas emissões de GEE adequadamente monitoradas.

Os principais benefícios ambientais decorrem da natureza dos projetos enquanto atividade econômica empregada para se obter RCE e atividades adicionais como “Educação Ambiental” (24%) “Coleta Seletiva e Reciclagem” (18%) caem para segundo plano. Mesmo havendo uma parcela de 30% dos projetos que buscam gerar energia a partir da queima do metano, somente 6% dos DCPs deixam claro que a produção de energia no aterro seja um benefício ambiental; o interesse principal na geração de energia mais uma vez se demonstra eminentemente econômico, voltado para as possibilidades de lucro e riscos de investimento.

Em suma, os benefícios sociais, econômicos e ambientais apontados nos projetos de aterro sanitário indicam que o MDL contribui especialmente para o desenvolvimento econômico do Brasil, trazendo rentabilidade para empresas e gerando emprego. O retorno social e ambiental dos projetos investigados é mais modesto, não favorecendo a promoção de um modelo de desenvolvimento sustentável alicerçado no desenvolvimento equilibrado de suas três esferas básicas – econômico, social e ambiental.

#### **4.1.2 Transferência Tecnológica**

A Figura 33 apresenta os benefícios tecnológicos apontados nos DCPs dos projetos de aterros. Segundo os DCPs de projetos de aterros, o principal benefício tecnológico foi “transferência de tecnologia” (71%), seguido de “capacitação de profissionais” (53%) e de “Incentivo à Indústria Nacional” (18%). Se comparado com os benefícios apurados em Silva Jr (2011), percebe-se que há uma inversão: no seu estudo, o principal benefício tecnológico verificado é o incentivo à Indústria Nacional (60%) e a transferência de tecnologia assume destaque menor, como terceiro benefício mais relevante (28%).



**Figura 33 – Benefícios tecnológicos gerados pelos projetos de MDL em aterros no Brasil**

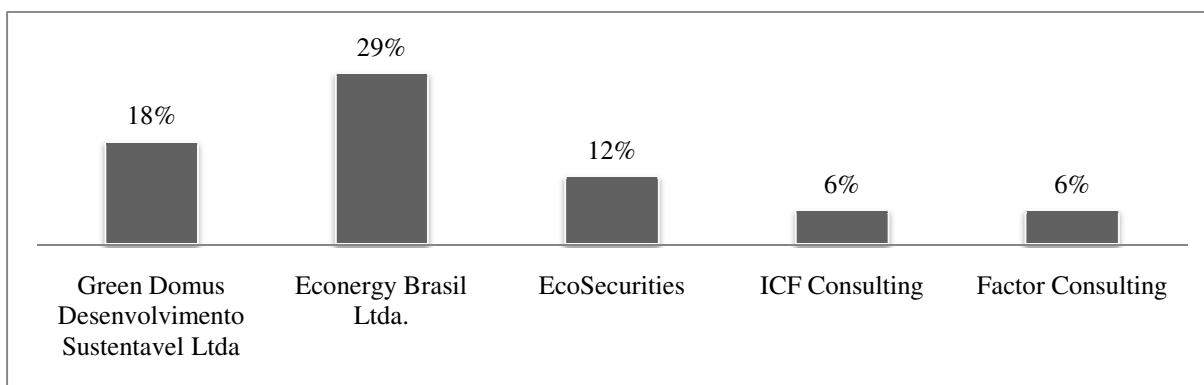
Fonte: Elaboração própria

Para melhor entender o que isto significa, é importante detalhar a natureza da transferência tecnológica apontada nos DCPs dos projetos de aterro. A maior parte dos projetos não trata de transferência tecnológica tal como é prevista no PK, de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, ou seja, de uma transferência exógena de tecnologia. A maior parte dos projetos trata de transferência de tecnologia dita endógena, ou seja, indicam que a tecnologia é transferida para o aterro por universidades, institutos de pesquisa e/ou empresas do mercado nacional. Poucos projetos apontaram a transferência como sendo predominantemente exógena; a maioria dos projetos que mencionam a importação de tecnologia deixa claro que tal tipo de transferência diz respeito à obtenção de parte da tecnologia que não está disponível no território nacional, e não à transferência completa de conhecimento e equipamentos oriundos de outros países.

Percebe-se que, mesmo não sendo um país desenvolvido, o Brasil possui em seu território nacional a expertise necessária para a execução do projeto. Assim sendo, “Capacitação de Profissionais” (53%) ganha destaque como sendo um benefício tecnológico propiciado por conhecimento tecnológico que o país já detém.

Ainda no tocante da transferência de tecnologia, outro aspecto importante de se analisar são as consultorias contratadas para elaborar os DCPs. A Figura 34 apresenta tais consultorias. Nota-se que a maioria dos projetos de MDL em aterros recorreu a consultorias para desenvolver seus DCPs. Algumas poucas delas – Green Domus, Econergy e EcoSecurities – concentram a maior parte dos serviços prestados. Em função disso, muitos DCPs contêm diversas passagens similares ou idênticas, especialmente nos trechos que detalham as tecnologias empregadas.





**Figura 34 – Consultorias contratadas para desenvolvimento de projetos de MDL em aterros**

Fonte: Elaboração própria

Dentre todas as consultorias, a Green Domus é a única empresa brasileira, contratada por 18% dos projetos. A Econergy e ICF, ambas empresas globais de origem norte-americana, somam juntas 35% dos projetos de aterros. A EcoSecurities, originária da Irlanda, participou em 12%. Por fim, a então Factor Consulting, originária da Suíça, hoje fundida com a 3C e sediada na Alemanha, atende por mais 6%.

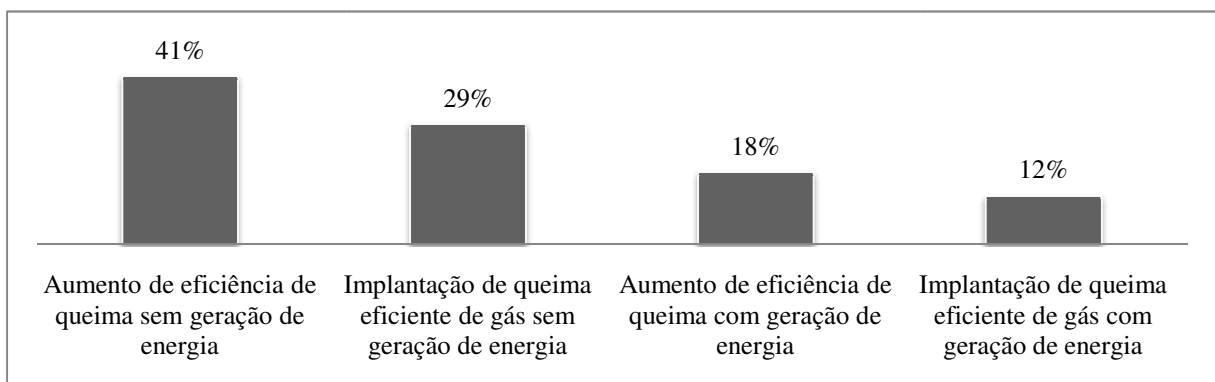
Nos estudos de Silva Jr. (2011) com os 75 DCPs, nenhuma das consultorias averiguadas era nacional. No presente estudo há uma, ao menos – indicativo que nacionalmente já existe *know-how* para a implantação de projetos de MDL, ainda que especificamente de aterros. Invariavelmente, a maioria dos projetos de aterro estudados (53%) teve a ajuda de consultorias estrangeiras, favorecendo a expectativa que ao menos em parte destes projetos houve uma parcial transferência exógena de tecnologia, na forma de conhecimento, para elaboração e aprovação de DCPs.

Muitas empresas não tinham expertise na elaboração de DCPs para projetos de MDL e não queriam correr o risco e arcar com os altos custos de transação e tempo de aprovação por terem seus DCPs não aprovados ou com solicitação de revisão pelo CIMGC. Assim, recorreram a consultorias especializadas nesse assunto e com reputação no mercado internacional por aprovarem com êxito os DCPs que elaboram. Resta a certeza que do ponto de vista econômico diversas empresas de consultoria consideraram investir no mercado de projetos de MDL no Brasil um negócio rentável, fornecendo expertise antes inexistente no território nacional. A presença de consultorias originárias dos Estados Unidos, país não-signatário do PK, é o reconhecimento que o mercado de carbono é estratégico, pelo menos, enquanto bom negócio.

### 4.1.3 Tecnologias Ambientais

Conforme a matriz de LaGrega, Buckingham e Evans (1994) a tecnologia ambiental de todos os projetos de aterro analisados são de tratamento de resíduos. No entanto, os projetos não são igualmente benéficos ao meio-ambiente no mesmo grau: alguns propiciam benefícios ambientais mais marcantes que outros. Na Figura 35 os projetos são classificados de acordo com a tecnologia empregada em cada projeto, tal como especificado por suas respectivas metodologias de projeto.

Em 41% dos aterros já existia previamente algum sistema pouco eficiente de coleta e queima de metano e tudo que se fez com o projeto de MDL foi aumentar a eficiência na queima, sem geração de energia. Nesses aterros a tecnologia aplicada é a menos interessante sob o ponto de vista ambiental, pois os aterros tão-somente passaram a controlar melhor a queima dos GEE emitidos para garantir o recebimento dos créditos de carbono e nada mais. Em 29% dos casos os aterros não tinham nenhum sistema de coleta e queima do metano e passaram a ter com o advento do MDL, sem geração de energia. Neste caso, o benefício ambiental gerado pelo projeto é mais evidente que no caso anterior, pois se passou a capturar e queimar metano em lixões ou aterros controlados rudimentares, que anteriormente não tinham como controlar adequadamente suas emissões de GEE.



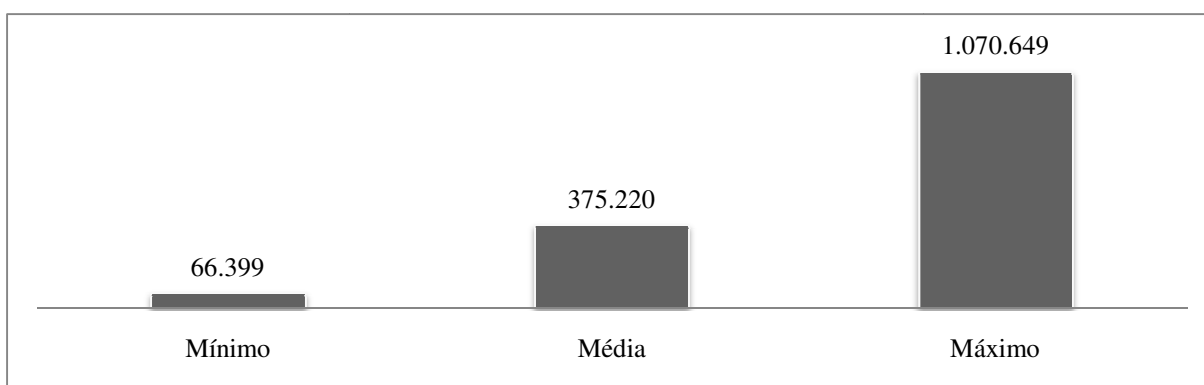
**Figura 35 – Técnicas para redução da poluição desenvolvidas pelos projetos de MDL em aterros**

Fonte: Elaboração própria

Em 18% dos casos houve aumento de eficiência na queima de metano acompanhado da geração de energia. Ao evitar o consumo de combustíveis fósseis para gerar energia e aproveitar o potencial energético de um gás que estava sendo inevitavelmente queimado para

produzir energia, alivia-se o consumo de energia da matriz brasileira. Nos 12% restantes, os aterros que não tinham sistema de coleta e queima de metano passaram a queimar metano eficientemente e gerar energia elétrica. Os projetos nesse caso resultam no maior impacto ambiental positivo possível dentre os projetos estudados; não somente há um grande ganho ao se implantar a coleta e aproveitamento do potencial energético do metano gerado em lixões e aterros até então mal controlados como também se evita poluição de GEE resultante da produção de energia elétrica por outros meios, tais como termelétricas movidas a combustíveis fósseis.

Nas Figuras Figura 36 e Figura 37 constam dados acerca do potencial de redução de emissões anuais nos 17 DCPs.



**Figura 36 – Média, mínimo e máximo de potencial de redução de emissões por ano nos projetos de MDL em aterros, em tCO<sub>2</sub>e**

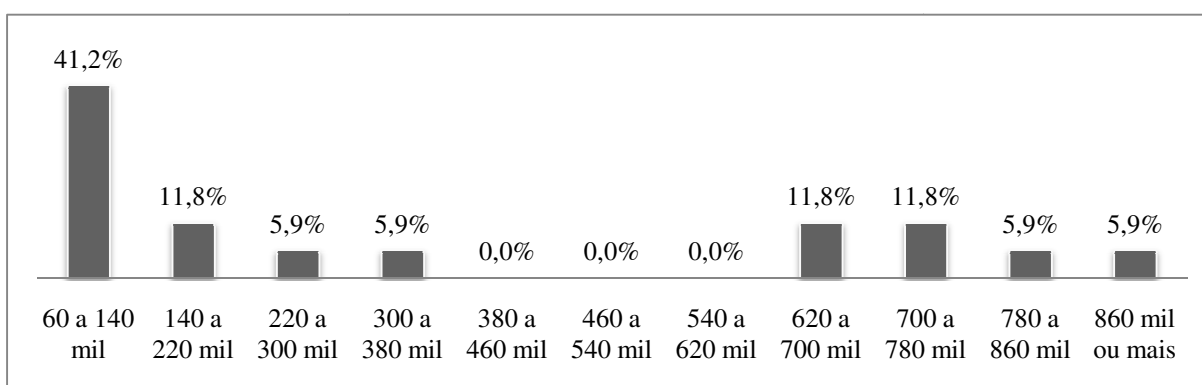
Fonte: Elaboração própria

A média de redução de emissões de GEE contemplada nos projetos é de aproximadamente 375 mil tCO<sub>2</sub>e por ano. Dentre os projetos estudados, o Aterro de Bandeirantes, em São Paulo, é o que oferece o maior potencial de redução de emissões, com mais de um milhão de tCO<sub>2</sub>e por ano, 16,8% do total anual que todos os projetos conseguiriam reduzir juntos. O Aterro de Bragança Paulista é o que oferece a menor redução, de pouco mais que 65 mil tCO<sub>2</sub>e, somente 1% do total de emissões que os projetos podem reduzir anualmente. Ambos os valores são de se esperar, uma vez que o Aterro de Bandeirantes é o que comporta, bem à frente dos outros aterros, a maior quantidade de lixo por dia e o Aterro de Bragança Paulista é o mais modesto de todos os aterros estudados. No total, os 17 projetos teriam o potencial de reduzir quase 6 milhões e 400 mil tCO<sub>2</sub>e.

Considerando-se os preços mínimo e máximo pagos por uma tonelada de CO<sub>2</sub>e no o Mercado Europeu, entre Junho de 2008 e Junho de 2011 – 7,55 e 23,38 euros, respectivamente – o total de emissões-ano reduzidas pelos projetos representariam um montante de, aproximadamente, entre 48,2 e 149,2 milhões de euros. Levando-se em conta o

valor médio pago nos primeiros seis meses de 2011 – 12,27 euros – representariam 78,3 milhões de euros. Ainda considerando-se o valor médio de 12,27 euros por tCO<sub>2</sub>e, o aterro de Bandeirantes tem um potencial de produzir aproximadamente 13,2 milhões de euros em RCE e o aterro de Bragança Paulista aproximadamente 815 mil euros. A média do potencial de redução de emissões por ano de todos os projetos equivaleria a 4,6 milhões de euros em RCE emitidas.

A Figura 37 detalha por faixas percentuais o potencial de redução de emissões dos projetos.



**Figura 37 – Potencial de redução de emissões por ano nos projetos brasileiros em aterros, por faixas em tCO<sub>2</sub>e**

Fonte: Elaboração própria

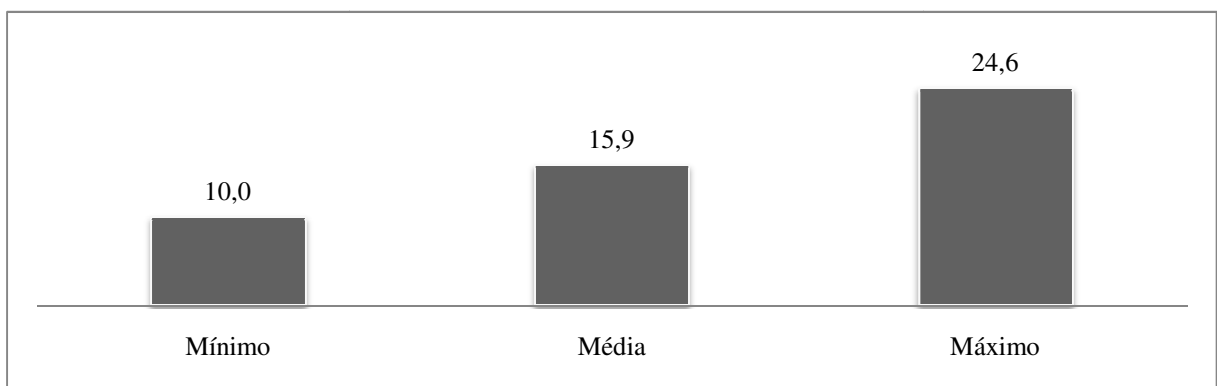
Há uma maior concentração de projetos (41,2%) na faixa mais à esquerda do gráfico, de 60 a 140 mil tCO<sub>2</sub>e. Esses 41,2% de projetos representam pouco mais que 10% do total de emissões reduzíveis por ano.

Os projetos estão divididos em duas porções do gráfico. Aproximadamente 64,8% dos projetos têm um potencial de redução de emissões de até 380 mil toneladas cada, e são conjuntamente responsáveis pela redução anual estimada de 25,6% do total de emissões que todos os projetos somados podem reduzir por ano. O 35,4% restantes tem potencial de reduzir 620 mil ou mais toneladas cada, totalizando juntos 74,4% do potencial de redução de emissões anuais desse conjunto de projetos de aterro. Os quatro maiores projetos de MDL em aterros em termos de emissões reduzidas - Bandeirantes, São João, Caieiras e Lara – juntos reduzem anualmente mais emissões que todo os restantes 13 projetos somados – 53,5% contra 46,5%.

Como a tecnologia final de coleta de biogás é bastante parecida em todos os projetos de aterro, o volume de biogás queimado em cada projeto está atrelado ao porte do aterro e à quantidade de resíduos sólidos que recebe diariamente. Segundo o Johannessen (1999), para

que a geração de energia a partir do biogás seja comercialmente viável em aterros, um mínimo de 200 toneladas de resíduos sólidos tem que ser recebidas pelo aterro, diariamente. Como já visto no Quadro 2 o único aterro que não se adéqua a esse critério é o aterro da Embralixo (164 toneladas/dia), que justamente não produz energia.

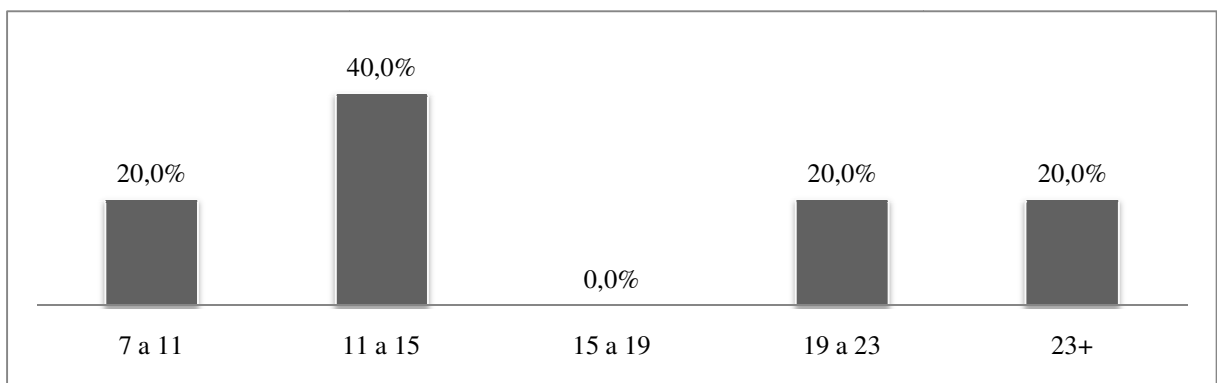
As Figuras Figura 38 e Figura 39 demonstram a capacidade instalada de geração de energia prevista nos 5 projetos que se propuseram a gerar energia elétrica a partir da queima do metano desde o início da operação. Convém salientar que alguns dos projetos que não propõem geração de energia elétrica nos DCPs consideram a possibilidade de, no longo prazo, reconsiderar produzir energia caso se mostre economicamente vantajoso.



**Figura 38 – Média, mínimo e máximo de capacidade instalada prevista de geração de energia, em megawatts**

Fonte: Elaboração própria

A capacidade instalada média de geração de energia projetada nos DCPs que prevêm no seu escopo essa atividade é de pouco menos de 16 MW. O projeto do aterro São João no estado de São Paulo é o que se propõe a ter a maior capacidade instalada entre os 5 projetos estudados, de 24,6 MW. O projeto do aterro de Lara, também do estado de São Paulo, prevê a geração de energia mais modesta: 10 MW de capacidade instalada. A soma da capacidade instalada de todos os cinco projetos é de 79,64 MW.



**Figura 39 – Capacidade instalada prevista para geração de energia em aterros, por faixas de megawatts**

Fonte: Elaboração própria

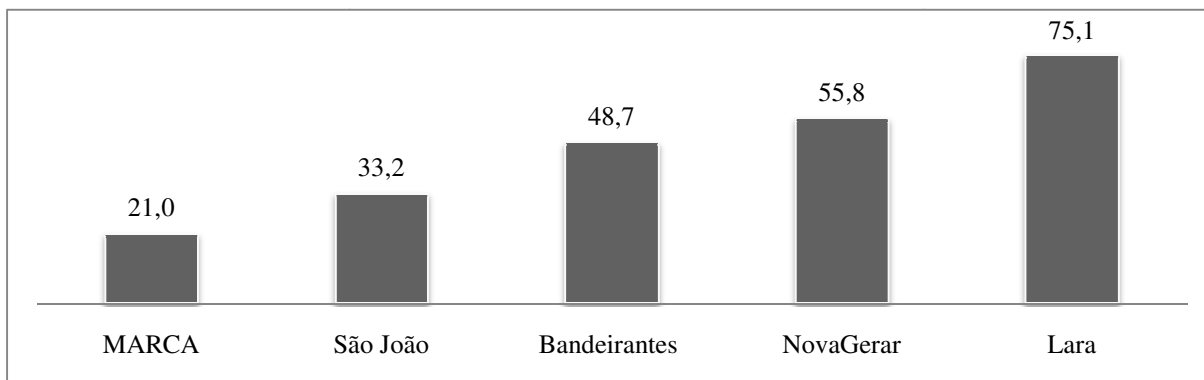
Na Figura 39 percebe-se que a maioria dos projetos prevê entre 11 e 15 MW de capacidade instalada – Aterro Nova Gerar no Rio de Janeiro, com 12 MW e Aterro MARCA em Espírito Santo, com 11 MW. Logo atrás do aterro de São João está o Aterro Bandeirantes em São Paulo, com capacidade instalada prevista de 22 MW. Nota-se que dentre os 5 projetos que geram energia elétrica não consta nenhum projeto que proporcionalmente reduza pouco as emissões de carbono; todos os cinco projetos que geram energia estão entre os 50% dos projetos estudados que mais tCO<sub>2</sub>e reduzem por ano. Analisando esses dados apresentados e outras informações fornecidas nos DCPs percebe-se que projetos que coletam pouco volume de biogás tendem a não conseguir gerar eletricidade de forma rentável. No entanto, salvo o aterro da Embralixo em São Paulo, todos os aterros recebem diariamente volumes de resíduos consideravelmente superiores ao mínimo necessário, de acordo com o Johannessen (1999), para se produzir comercialmente eletricidade em aterros.

Entende-se que, como averiguado previamente na análise das barreiras, a maior dificuldade em se gerar energia se dá em função dos riscos de investimento e incertezas quanto à matriz energética brasileira, especialmente no que se refere a políticas que favoreçam produtores independentes de energia. O preço para compra do *megawatt*-hora ditado pelo mercado de energia no Brasil - mercado esse altamente centralizado - dificulta muito a comercialização de eletricidade gerada pelo biogás proveniente de aterros. Ademais, como já evidenciado anteriormente, os DCPs corroboram perspectiva da USEPA (apud BIOGÁS, 2006) que as incertezas do mercado deixam potenciais investidores relutantes em financiar esse tipo de negócio.

Os dois projetos que conseguem reduzir o maior número de toneladas-ano em GEE – Bandeirantes e São João – são também os que têm planejado as maiores capacidades instaladas de energia. Por outro lado, o aterro MARCA, que destina para queima muito menos metano que os restante dos projetos de aterro com geração de energia, prevê uma capacidade instalada de energia próxima a que os aterros de NovaGerar e Lara têm a oferecer. Isso pode ser melhor bem visualizado na Figura 40.

Aproximadamente, para cada 21 tCO<sub>2</sub>e que se espera eliminar da atmosfera anualmente com o aterro MARCA, há previsto no seu DCP 1 MW de capacidade instalada de geração de energia. Logo em seguida, os que têm uma melhor proporção de metano queimado para energia gerada são os aterros de São João e Bandeirantes, os mesmos que tem a maior capacidade instalada de energia projetada. Após estes vem o aterro NovaGerar, com uma proporção de 55,8 tCO<sub>2</sub>e para cada MW instalado. Por fim, o aterro de Lara é o que aponta a

relação menos interessante, sob a perspectiva do aproveitamento do potencial energético do metano: 75,1 tCO<sub>2</sub>e/ano para cada MW de capacidade instalada.



**Figura 40 – Redução de emissão anual prevista de tCO<sub>2</sub>e por capacidade instalada de energia prevista, ton/MW**

Fonte: Elaboração própria

Os DCPs de alguns desses projetos indicam a possibilidade de aumento no número de geradores e no potencial de produção de energia elétrica no futuro. Mais uma vez, de acordo com a redação dos DCPs, entende-se que a insegurança quando ao retorno financeiro seja um dos principais determinantes na quantidade de recursos disponibilizada para a compra de geradores; a porção de biogás que excede a capacidade dos geradores instalados acaba sendo queimada em *flares*. No DCP do aterro de Lara, por exemplo, fica evidente que investimento inicial em geradores de energia é conservador em função da incerteza de se conseguir um contrato de compra e venda de energia elétrica que seja suficientemente interessante, do ponto de vista econômico.

#### 4.2 RESULTADOS OBTIDOS NA 2ª FASE DA PESQUISA

A estruturação desse tópico dividiu-se em duas partes. Primeiramente são apresentados os 02 projetos de MDL em aterros sanitários que foram objeto de estudos de caso e posteriormente foi realizada a análise comparativa desses projetos de acordo com as dimensões analíticas do modelo de análise.

#### 4.2.1 Vega Engenharia Ambiental S.A: projeto Battre

O projeto da Vega Engenharia Ambiental AS se deu através da Battre (Bahia Transferência e Tratamento de Resíduos S.A), responsável pelo provimento dos serviços de operação da estação de transbordo e operação do aterro metropolitano Centro no município de Salvador. O aterro foi implantado pelo Governo do Estado da Bahia através da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia e atende não só a cidade de Salvador, mas também os municípios de Lauro de Freitas e Simões Filho. A empresa Vega faz parte da holding Solvi, uma sociedade gestora de participações sociais, reconhecida no Brasil como uma das maiores companhias de limpeza urbana.

Segundo informações obtidas no site institucional, a corporação é de capital nacional e caracterizada pela gestão de resíduos, saneamento e valorização energética (VEGA, 2009). Na época que o projeto de MDL da Vega foi desenvolvido e submetido para aprovação, no entanto, o aterro pertencia à multinacional francesa Suez, então entende-se que parte do capital investido para a viabilização do projeto não era nacional.

A empresa é conhecida pelo seu pioneirismo no recebimento de créditos de carbono em projetos de MDL em aterros sanitários. O projeto MDL do aterro sanitário da Battre, implantado em 2004, envolveu a instalação de equipamentos para coleta e queima de metano, estimando uma redução total, entre 2004 e 2019, de aproximadamente, 10 milhões de tCO<sub>2</sub>e e capacidade de geração de 20MW de energia (BATTRE, 2004).

Localizado no município de Salvador, estado da Bahia, em um aterro com capacidade de 2.700 toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos, esse foi um dos primeiros projetos de MDL, juntamente com o da Nova Gerar localizado no Rio de Janeiro, a cumprir todas as fases necessárias até a emissão dos créditos de carbono. Para o engenheiro Mark Zulauf, responsável pelo projeto, esse pioneirismo foi considerado mais ônus do que bônus, em razão da dificuldade de se cumprir todas as etapas do ciclo do projeto, em um contexto de ineditismo do MDL no Brasil, com poucas informações e regulamentações disponíveis. A principal motivação para a criação do projeto de MDL foi financeira, aliada a obtenção de recursos pela venda de créditos de carbono para a implantação de mudanças tecnológicas incrementais no aterro. As principais barreiras estavam associadas ao pioneirismo em MDL do projeto, com os elevados custos dos diferentes serviços de consultorias para a elaboração



do DCP e a falta de um arcabouço institucional claro por parte dos órgãos reguladores nacionais (ZULAUF, 2009).

A transferência de tecnologia desse projeto foi predominantemente endógena, uma vez que somente os sopradores empregados para enviar o biogás (metano) para a queima nos flares (Figura 41) foram importados dos Estados Unidos. Convém ressaltar, contudo, que existiam sopradores nacionais disponíveis, embora com menor desempenho.



**Figura 41 – Disposição dos flares no Aterro Sanitário de Salvador**  
 Fonte: Rothballer (2008)

À época, o projeto contribuiu para a utilização de uma nova tecnologia no tratamento dos resíduos urbanos no Brasil: foi a primeira a utilizar uma geomembrana, instalada sobre toda a área superior do aterro sanitário e adaptada para as necessidades do clima tropical brasileiro, buscando a intensificação do processo de decomposição dos resíduos e aumentando assim a geração de biogás (metano) e evitando emissões fugitivas de GEE para a atmosfera, como pode ser vista na Figura 17. Tal contribuição pode ser considerada uma inovação incremental propiciada pelo projeto.

A empresa que controlava a Vega na época da instalação da geomembrana era a Suez, que já utilizava tal tecnologia em aterros fora do Brasil. Pode-se dizer que parte do *know-how* em geomembranas foi trazida de fora do país, no entanto, a manta em si e as adaptações necessárias para seu uso local são produtos brasileiros. Quanto ao aspecto de inovação tecnológica, esse projeto contribuiu para a construção de um gerador *flex* movido a biogás e óleo diesel usado na geração de energia para as instalações da empresa, em caso de falta de energia elétrica, culminando no depósito de cinco novas patentes. Tal gerador foi o primeiro

do gênero no mundo para utilização em aterros e foi produzido em parceria com a Brasmetano e a Mercedes Benz.

Em março de 2011 foi oficialmente inaugurada no aterro da Vega a Termelétrica Salvador, em operação desde novembro de 2010. O Grupo Solvi investiu 50 milhões de reais na construção da usina, primeira do gênero no Nordeste, com financiamento do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e incentivo fiscal do Governo da Bahia por meio do programa Desenvolve. A usina é composta por 19 motogeradores a biogás, com potência de 1.038 KW cada, totalizando uma potência instalada de 19,73 MW e geração líquida de aproximadamente 8MW. Espera-se que a usina aumente sua potencia em 1 MW a cada ano de operação, até à potencial instalada final de 30 MW em dez anos. Toda a energia gerada pela Termoverde Salvador já é comercializada independentemente da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba) para cinco grandes clientes no Nordeste e Sudeste: uma rede de supermercados, uma operadora de telefonia e *três shopping centers*.

O projeto está associado à política de responsabilidade social e ambiental da empresa e promove alguns benefícios nas áreas social, ambiental e econômica: a) socialmente, além da capacitação de profissionais na tecnologia de aproveitamento energético do biogás de aterro e do aperfeiçoamento dos serviços prestados por fornecedores de equipamentos específicos para essa tecnologia, segundo depoimento do Sr. Mark Zulauf, 5% do valor dos resultados líquidos da venda de créditos de carbono é destinada ao fomento de ações sociais, tal como a programação semanal de visitas de estudantes da rede escolar pública e privada com atividades recreativas de educação ambiental, a promoção de inclusão digital e o estabelecimento de convênios de pesquisa com Universidades; b) socioambientalmente foram promovidos programas de capacitação e profissionalização de comunidades carentes do entorno do aterro, de exercício de cidadania e de promoção do desenvolvimento auto-sustentável. Também, realizou-se o reflorestamento da mata ciliar na área em torno do projeto, ensejando a manutenção da qualidade da água do lençol freático e das lagoas próximas; c) economicamente, ressaltaram-se a geração de tributos para os três níveis de governo, visto que o Banco Central do Brasil quando o projeto foi implantado em 2004 desconhecia o procedimento para nacionalizar os recursos provenientes da venda dos créditos de carbono, optando a empresa em pagar a totalidade de tributos passíveis de incidência na referida operação. No aspecto tecnológico, foi evidenciada a auto-suficiência na geração da energia consumida no aterro, como um PIE com outorga da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e venda do excedente para a concessionária local de energia (Coelba), além

do desenvolvimento do gerador *flex* (biogás e óleo diesel) e a compra, à exceção dos sopradores, de equipamentos e serviços no mercado nacional, caracterizando uma transferência tecnológica predominantemente endógena, com transferência de conhecimento já existente no país.

#### **4.2.2 Nova Gerar**

A Nova Gerar é uma *joint venture*, composta pela empresa EcoSecurities, administradora de finanças, especializada nos assuntos relativos à diminuição dos GEE e pela S.A. Paulista, entidade brasileira de engenharia civil e construção, sediada na cidade de São Paulo. A organização tem como missão desenvolver a coleta de biogás e atividades concernentes ao uso dos aterros administrados pela S.A. Paulista. Para esse intento tornou-se necessário investir em sistemas de coleta de biogás e drenagem de chorume e, também, em usinas de geração de eletricidade modular em cada local de aterro, com expectativa de capacidade total final de 12 MW.

As unidades da empresa estão localizadas nos Estados do Rio de Janeiro, com quatro Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs) Nova Iguaçu, Alcântara, Palstimassa e Santa Rosa, e de Pernambuco, incluindo duas CTRs, Candeias e Petrolina. Entretanto, apenas a unidade situada no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, fez parte deste estudo.

O projeto do aterro sanitário da Nova Gerar em Nova Iguaçu foi o primeiro de MDL aprovado no Brasil e destacou-se, como o da Vega/Battre, em relação ao seu pioneirismo, em todas as etapas necessárias até a emissão das RCE. Esse projeto tem duas particularidades em comparação ao da Vega/Battre. A primeira diz respeito à geração comercial de energia elétrica, prevista em projeto desde o início, diferente da Vega/Battre que somente buscou produzir eletricidade comercialmente em 2010. A segunda retrata a natureza do projeto, visto que se trata de um projeto de implantação de novo aterro sanitário, que surgiu em decorrência da introdução do MDL, onde antes funcionava o Lixão de Marambaia (Figura 42).

A Nova Gerar, para atingir esses propósitos, tem atuado no mercado ambiental, especialmente nas áreas de tratamento e gestão de resíduos (intervenção em centrais de tratamento de resíduos e gerenciamento integral de resíduos domiciliares, industriais e de saúde, da geração à disposição final). Nesse esforço, o projeto de MDL da Nova Gerar previu

uma redução de 359.390 t CO<sub>2</sub>e/ano e a geração de 39.240 MW/ano de eletricidade a partir da queima de biogás do aterro ( NOVA GERAR, 2004).



**Figura 42 – Lixão de Marambaia, ainda em operação em 2001**

Fonte: Silva (2007)

Conforme relatado pelo Sr. Paulo Braga (BRAGA, 2009), a transformação do lixão em aterro sanitário e implantação de um sistema de coleta de biogás e geração de energia implicou em entraves maiores que os evidenciados no projeto da Vega. Primeiramente, a Nova Gerar teve que aguardar quatro anos para conseguir todas as licenças ambientais necessárias para operar enquanto aterro sanitário. Também necessitou sanar o enorme passivo ambiental que era o lixão, recuperando ambientalmente a área degradada com o emprego de diques, impermeabilizações e drenagem de chorume. O lixo foi isolado com uma camada de argila, um sistema de tratamento do chorume e coleta de biogás foram instalados e a região foi re-vegetada, como pode se averiguar na Figura 43.

O antigo lixão era freqüentado por aproximadamente 150 catadores, que se expunham a condições de vida bastante insalubres para catar recicláveis e assim prover o sustento de suas famílias. O que fazer com mais de uma centena de pessoas que dependiam do lixão para sobreviver foi também um desafio. Após muito diálogo com os catadores, parte deles foi direcionada para cooperativas de coleta de materiais recicláveis, outra parte foi aproveitada como funcionários do aterro e o restante recebeu capacitação profissional para reingressar no mercado formal.



**Figura 43 – Lixão de Marambaia após fechamento e remediação ambiental**

Fonte: Silva (2007)

Por fim, outras dificuldades apontadas foram o risco inerente ao pioneirismo em MDL e os gastos excessivos com pagamento de tributos para nacionalização do capital oriundo da venda dos créditos de carbono. A principal motivação identificada para a execução do projeto foi financeira, pela oportunidade de ingresso da empresa proponente no mercado de carbono. Em face do pioneirismo do projeto e incertezas quanto ao mercado de carbono, a forma que a NovaGerar conseguiu para financiar o projeto foi realizar antecipadamente um contrato de venda dos créditos que seriam futuramente recebidos com o Banco Mundial.

Nos quesitos relativos à tecnologia, relatou-se que, à época da implantação, não havia muita segurança quanto à capacidade de empresas brasileiras de fornecer o *know-how* e equipamentos necessários. Já havia fornecedor para o sistema de queima no Brasil, no entanto optou-se por importar tecnologia dos Estados Unidos, com contratos tipo *turn key*<sup>5</sup>. Após desconsiderar um primeiro fornecedor brasileiro, compraram a solução de fornecedores americanos. Segundo registro no site da ANEEL, a capacidade outorgada do aterro da NovaGerar é de 4MW (ANEEL, 2011).

Na perspectiva da sustentabilidade, o projeto contribuiu: a) socialmente, pois promoveu qualificação profissional em tecnologias para aproveitamento de biogás de aterro; proveu segurança para a área do aterro, tornando-a mais segura para as comunidades locais quanto a possibilidades de explosões; estimulou a geração de emprego e renda; capacitou e reconduziu os catadores de lixo para novos empregos; e projeta doar às comunidades próximas o

---

<sup>5</sup> Turn key é um tipo de operação adotada em processos licitatórios na qual a empresa contratada fica obrigada a entregar a obra em condições de funcionamento pleno

excedente de energia elétrica produzida com o biogás que não é vendida para a concessionária pública e nem utilizada para consumo interno; b) ambientalmente, diminuiu as emissões de GEE para atmosfera e, em particular, mediante a recuperação do lixão melhorou muito o passivo ambiental do local; c) economicamente, observou-se que a empresa diversificou suas atividades ao viabilizar a produção de energia gerada a partir do biogás, e também favoreceu o mercado nacional ao servir de modelo de implantação de sistema de coleta e aproveitamento de biogás quando ainda não se fazia isso no Brasil.

#### **4.2.3 Análise comparativa: Nova Gerar *Versus* Vega**

Nesta seção é apresentada uma análise comparativa dos dois casos analítico-explicativos anteriormente descritos – Vega e NovaGerar. Os casos são comparados de acordo com o modelo de análise apresentado nos procedimentos metodológicos, tal como foi usado em Silva Jr. (2011) em seu estudo multi-caso, para estudar 13 casos representativos do universo dos projetos de MDL no Brasil. A análise está subdividida conforme a estrutura básica do referencial teórico e das dimensões do modelo de análise: ciclo de projeto de MDL, transferência tecnológica e tecnologia ambiental. Em cada subdivisão são apresentados quadros comparativos que apontam os indicadores do modelo de análise averiguados em ambos os casos. Pontualmente, informações coletadas nos estudos de caso serão comparadas com aquelas levantadas na primeira fase de pesquisa, de forma a contrastar informações nos DCPs que não condigam com o percebido em campo.

##### **4.2.3.1 Ciclo do Projeto de MDL**

Conforme observado nos estudos de caso de ambos os projetos no Quadro 9, burocracia excessiva e questões legais referentes ao uso do MDL no Brasil foram apontados como barreira à execução dos projetos. Da mesma forma, riscos de investimento em longo prazo e elevados custos foram indicados também como barreiras importantes em ambos os projetos.

Projeto	Barreiras			
	Legais, Burocracia e Assuntos Institucionais	Risco de Investimento em Longo Prazo e Elevados Custos	Falta de Fornecedores, Infraestrutura e Logística	Comunidade Local e oposição de outros stakeholders
Vega Engenharia	X	X		
NovaGerar	X	X	x	x

**Quadro 9 – Barreiras para a execução dos projetos dos estudos de caso**

Fonte: Elaboração própria

A incerteza quanto à regulamentação e desenvolvimento do MDL no Brasil, visto que ambos foram os primeiros projetos submetidos nacionalmente, impactaram nos riscos ao conferir alto grau de incerteza quanto ao retorno financeiro dos projetos. A indefinição por parte do próprio governo na condução dos procedimentos necessários para se aprovar projetos de MDL e as lacunas legais no Brasil no que diz respeito ao controle e regulação de resíduos sólidos era desafio para ambos os projetos; A PNRS (Lei nº 12.305) somente foi aprovada em agosto de 2010 e regulamentada em dezembro de 2010. No caso da NovaGerar tais indefinições resvalaram nas relações com a comunidade local de catadores de lixo, que temiam perder seu sustento na transformação de um lixão em aterro sanitário. No caso da Vega essas barreiras culminaram, tal como visto na primeira etapa de pesquisa, na grande demora em registrar o projeto de MDL na UNFCCC: mais de um ano e meio. Tal como relatado por Zulauf (2009) os custos com consultoria para desenvolvimento do DCP eram bastante elevados, em uma época em que poucas trabalhavam com isso no país. Para a NovaGerar foi mais difícil se obter a tecnologia necessária para o projeto, especialmente no que se refere à disponibilidade de fornecedores nacionais confiáveis, enquanto que na Vega esta questão não era tão séria, dado às facilidades que a Suez possibilitava nesse quesito.

Segundo Silva Jr (2011), o investimento necessário para se desenvolver um projeto de MDL fica entre R\$50.000,00 e 115.000,00, montantes por demais elevados para serem arcados por pequenos e médios negócios – um aterro sanitário de pequeno porte, por exemplo, que comporte até 20 toneladas de lixo por dia.

O Quadro 10 apresenta as principais motivações evidenciadas nos dois projetos. Mais uma vez percebe-se que existe uma preponderância do fator Rentabilidade na execução de projetos de MDL. No caso da NovaGerar também há a diversificação do *core business* do negócio com venda de eletricidade e correlata diversificação da matriz energética brasileira. Mesmo sendo averiguado na NovaGerar uma preocupação com o dano ambiental que o antigo lixão causava, ainda prepondera como motivação maior o fator econômico sobre outros

aspectos, tanto do projeto Nova Gerar como no projeto da Vega. Na Vega, a diversificação do *core business* como PIE somente se deu em meados de 2010 com o início da instalação da sua usina, mais de cinco anos após a implantação do projeto de captura e queima do biogás de aterro.

Projeto	Motivações				
	Rentabilidade e diversificação do core business	Melhor desempenho Ambiental e conformidade legal	Diversificação da Matriz Energética Brasileira	Existência de Políticas Públicas Nacionais e Fundos de Financiamento	Motivação Preponderante
Vega Engenharia	X				Econômica
NovaGerar	X	x	X		Econômica

**Quadro 10 - Motivações para a execução dos projetos dos estudos de caso**

Fonte: Elaboração própria

No Quadro 11 são apontados que modalidades de política pública e quais tipos de *stakeholder* foram reconhecidos pelos gestores como significativamente influentes nos projetos, seja positiva ou negativamente. Ambos os projetos reconhecem a importância do PK enquanto política pública internacional, assim como 100% dos 13 casos estudados por Silva Jr (2011). Ambos também reconhecem claramente o papel das empresas privadas – fornecedores, consultorias, hospedeiras, certificadoras - na realização dos projetos e do governo enquanto *stakeholder* necessário para se aprovar os projetos de MDL. Ao criticarem, à época do desenvolvimento dos seus DCPs, as falhas do governo na regulação e consolidação do MDL e do mercado de carbono no Brasil, também reconhecem a influência do governo.

Projeto	Influência de Políticas Públicas e Stakeholders				Organização Não Governamental
	Política Pública Nacional	Política Pública Internacional	Empresas Privadas	Governo	
Vega Engenharia		X	x	x	
NovaGerar	X	X	x	x	x

**Quadro 11 – Influência de políticas públicas e stakeholders para execução dos projetos dos estudos de caso**

Fonte: Elaboração própria

Adicionalmente, os entraves burocráticos referentes a políticas de concessão de licenças ambientais para construção do aterro sanitário levou a Nova Gerar a reconhecer a importância de políticas públicas domésticas que viabilizem e incentivem projetos de MDL. Por fim, o NovaGerar, diferentemente da Vega, reconheceu de forma mais consistente o papel de organizações não governamentais e da sociedade civil organizada, principalmente em função de sua relação com os catadores de lixo do local, que foram requalificados para atuarem como recicladores cooperados.



Na Vega, políticas públicas só passaram a representar um *stakeholder* relevante quando sua usina começou a ser implantada em 2010 – o Governo da Bahia ofereceu isenção fiscal à usina e sua implantação foi financiada pelo BNB, banco de capital aberto e majoritariamente controlado pelo Governo Federal, grande executor de políticas públicas. Na NovaGerar, em contrapartida, o incentivo financeiro para implantação de seu projeto partiu de um banco também, mas internacional – o Banco Mundial.

O Quadro 12 retrata os benefícios sociais percebidos nos dois projetos estudados. Mais uma vez constata-se que aspectos econômicos se sobressaem. Ambos os casos demonstram a capacitação de profissionais como benefício social direto, decorrente da geração de emprego e renda, no advento da implantação de novas tecnologias. Melhores condições de trabalho se demonstram como decorrência natural do controle adequado do biogás produzido nos aterros e no caso da Nova Gerar se sobressai em decorrência da transformação de um lixão em aterro sanitário. Com a troca de um lixão por aterro sanitário, a qualidade de vida das comunidades no entorno e dos catadores de lixo também aumentou. O envolvimento intenso dos executores do projeto da Nova Gerar com os catadores de lixo e comunidade, com treinamentos, sensibilização e requalificação para o mercado de trabalho, bem como o repasse projetado de energia para a comunidade apontam o forte compromisso da Nova Gerar com o aspecto social, diretamente, dentro do escopo de atividades do projeto. O projeto da Vega se compromete a direcionar parte dos recursos recebidos com créditos de carbono em atividades de natureza socioambiental, no entanto, não se percebe envolvimento direto do projeto com estas questões, uma vez que todas as atividades relatadas já ocorriam no aterro, como política regular da empresa, independente de projeto de MDL.

Projeto	Benefícios Sociais		
	Capacitação de Profissionais e melhores condições de trabalho	Filantropia e Projetos Sociais para a Comunidade Local e Outros Stakeholders	Melhora da Qualidade de vida e Êxodo Rural
Vega Engenharia	x		
NovaGerar	x	X	X

**Quadro 12 – Benefícios sociais dos projetos dos estudos de caso**

**Fonte:** Elaboração própria

O Quadro 13 apresenta os benefícios ambientais causados pela implantação dos projetos de MDL analisados.

Projeto	Benefícios Ambientais			
	Redução de Emissões de GEE e Mitigação de Impactos Ambientais	Reflorestamento Sustentável e Reparação / Conservação da Mata Nativa	Uso de Matéria Prima de Fonte Renovável	Apoio a Coleta Seletiva de Resíduos
Vega Engenharia	x	X		
NovaGerar	x	X		X

**Quadro 13 – Benefícios ambientais dos projetos dos estudos de caso**

Fonte: Elaboração Própria

Como é esperado em todo projeto de MDL, ambos os casos reduzem emissões de GEE e mitigam impactos ambientais. No projeto do aterro NovaGerar o antigo lixão foi recuperado e reflorestado com milhares de mudas nativas da Mata Atlântica, resultando em forte benefício ambiental, e redução do grave passivo ambiental. Como consequência direta do projeto, os catadores profissionalizaram-se e passaram a atuar em cooperativas de coleta seletiva, mais um benefício ambiental. Na Vega houve replantio de mata ciliar no entorno do aterro, mas nada comparável ao que foi executado no aterro da NovaGerar.

O Quadro 14 demonstra quais foram os benefícios econômicos dos dois casos de aterro estudados.

Projeto	Benefícios Econômicos			
	Desenvolvimento e integração de Mercados Locais e regionais	Geração de emprego e distribuição de renda	Aumento de competitividade, Redução de custos e melhoria da imagem da empresa	Arrecadação de tributos
Vega Engenharia	X	X	x	x
NovaGerar	X	x	x	x

**Quadro 14 – Benefícios econômicos dos projetos dos estudos de caso**

Fonte: Elaboração própria

Nota-se que benefícios econômicos foram identificados nos dois casos de forma mais ostensiva, se comparado com os benefícios sociais e ambientais. O projeto da Vega favoreceu diretamente mercados locais ao estimular a produção e compra de equipamentos nacionais. Ambos os projetos também favorecem mercados locais ao atuarem como pioneiras em uma nova linha de negócio no Brasil, ao ser replicado por outros aterros. Igualmente nos dois casos há arrecadação de tributos para o país, não somente derivada do capital que entra mediante comercialização de RCE, mas também como consequência da compra de equipamentos e/ou contratações. A maior distinção entre a Vega e a Nova Gerar está no quesito “Geração de

emprego e distribuição de renda”, pois a primeira quase não empregou diretamente mão-de-obra adicional para implantação do projeto, visto que já era aterro sanitário e possuía já instalada todo um quadro de funcionários para mantê-la. Na Nova Gerar, no entanto, a transformação do lixão em aterro sanitário resultou na geração de 180 empregos diretos e 360 indiretos. A Vega passou a empregar um número expressivo de pessoas uma vez que encaminhou a obra de sua termelétrica em 2010 – aproximadamente 250 empregos adicionais, no início da obra.

No que se refere ao desenvolvimento sustentável na perspectiva *triple-bottom-line*, constatou-se que os dois projetos, de modo geral, procuraram incorporar em maior ou menor grau atividades nas dimensões social ou ambiental a fim de pelo menos assegurar a adequação dos projetos aos princípios da sustentabilidade. Entretanto, prepondera a dimensão econômica do *triple-bottom-line*, dado que a principal motivação para a execução de ambos os projetos foram de ordem financeira. Na Vega evidencia-se um projeto de perfil *single-bottom-line*, pois a questão financeira é sozinha mais importante que as outras duas, passando a ser *double-bottom-line* uma vez que operacionaliza sua usina a biogás. Na NovaGerar evidencia-se um perfil *double-bottom-line*, com aspectos sociais relevantes no que se refere aos catadores, mas especialmente voltada para a questão econômica e para a redução do passivo ambiental.

Desta forma, este trabalho constatou, corroborando considerações de Andrade e outros (2010), que a contribuição do projeto inicial da Vega/Battre para o desenvolvimento sustentável, na sua área de influência, foi considerado baixo por se tratar de uma tecnologia exclusivamente focada em processos tecnológicos fim-de-tubo aliada ao não aproveitamento do potencial energético do biogás produzido. Convém salientar que a partir de novembro de 2010, essa contribuição melhorou devido à entrada em operação da termelétrica movida a biogás. Já a Nova Gerar, nesse quesito, pôde ser vista como sendo de contribuição mediana, em função, principalmente, de seu projeto de produção e comercialização de energia a partir do biogás desde o DCP e grande contribuição para o ambiente.

#### 4.2.3.2 Transferência de Tecnologias

O Quadro 15 indica como se deu a transferência de tecnologia nos projetos da Vega e NovaGerar.

Projeto	Transferência de Tecnologia	
	Tipo de Transferência Tecnológica	Forma de transferência tecnológica
Vega Engenharia	Predominantemente Endógena	Importação de alguns equipamentos
NovaGerar	Predominantemente Exógena	Importação de Know-how e Equipamentos

**Quadro 15 – Transferência de tecnologia ocorrida nos projetos dos estudos de caso**

Fonte: Elaboração própria

Quanto à transferência de tecnologia, diferentemente do que é incentivado pelo PK, isto é, a transferência exógena de tecnologias ambientalmente seguras, de países industrializados para países em desenvolvimento, a transferência de tecnologia dos projetos da Vega foi predominantemente endógena, somente com a importação de poucos equipamentos e contratação de consultorias para a elaboração dos DCPs. Corroborando essa perspectiva, estudos desenvolvidos por Andrade e outros (2010), focados na análise da contribuição de dez projetos de MDL para a promoção de desenvolvimento sustentável e geração de tecnologias mais limpas no Brasil, mostra que a obtenção e/ou desenvolvimento da maior parte do *know-how* tecnológico e dos equipamentos necessários para implementação dos projetos de MDL estudados ocorreram no Brasil.

No caso da Vega vai-se além: não só a transferência tecnológica, na sua maior parte, ocorreu de forma endógena como também novas tecnologias foram produzidas como consequência do investimento em aproveitamento da energia derivada do Biogás. A Vega não tornou inicialmente a queima de biogás para a geração de energia uma nova linha de negócio, como a Nova Gerar fez, mas as patentes registradas graças à criação de um gerador *flex* alimentado a diesel e biogás, para atender às demandas internas de energia do aterro, permitiram que lá ocorresse uma transferência tecnológica no sentido contrário; a Vega inovou tecnologicamente e o resultado disso pode ser transferido endogenamente ou exogenamente para outros lugares.

Na NovaGerar a maior parte da tecnologia foi importada, não só o equipamento como também o *know-how* para se coletar o biogás em aterros. Já existia a tecnologia necessária em território nacional para viabilizar um sistema de captura, mas os gestores optaram por não usá-la.

#### 4.2.3.3 Tecnologias Ambientais

O Quadro 16 resume quais foram as tecnologias ambientais empregadas em cada projeto, de acordo com o modelo de análise adotado nesta pesquisa. A experiência resultante da implantação dos projetos de MDL nas empresas Vega\Battre e Nova Gerar revelou-se exitosa quanto ao manejo mais seguro e economicamente mais viável de resíduos sólidos, especialmente pela implementação de tecnologias ambientais nos processos e recebimento de créditos de carbono. Entretanto, ambos adotaram tecnologias de controle de poluição ou fim-de-tubo, voltadas para estratégias tecnológicas ambientais associadas ao princípio da correção e captura de emissão de poluentes. Porém, a estratégia tecnológica ambiental planejada inicialmente pela Nova Gerar considerou do potencial energético do tratamento de resíduos urbanos para gerar energia elétrica para venda à concessionária pública e subsequente doação de excedente às comunidades do entorno.

Projeto	Tecnologia Ambiental	
	Tipo de Tecnologia Ambiental	Estratégia de Tecnologia Ambiental
Vega Engenharia	Fim-de-tubo	Tratamento de Resíduos, e posteriormente, Recuperação de Energia
NovaGerar	Fim-de-tubo	Tratamento de Resíduos e Recuperação de Energia

**Quadro 16 - Tecnologia ambiental usada nos projetos dos estudos de caso**

Fonte: Elaboração própria

Mesmo focado em um modelo fim-de-tubo, o projeto da Nova Gerar revela-se ambientalmente mais interessante, por fornecer uma alternativa de energia à matriz brasileira, que embora não seja a mais limpa, ao escolher aproveitar o potencial energético de um combustível que seria queimado de qualquer forma para recebimento dos créditos de carbono, como viria a acontecer somente em novembro de 2010 no projeto Vega/Battre com a instalação de sua usina. Adicionalmente, é importante salientar que o projeto NovaGerar conferiu a catadores o *know-how* para trabalhar nas cooperativas de materiais recicláveis de Nova Iguaçu, evitando, ao menos, que parte do resíduo sólido reciclável que normalmente vai parar no aterros não siga para disposição final.

O Quadro 17, por fim, sintetiza a comparação feita entre os dois projetos de aterro sanitário, levando em conta as considerações aqui feitas, nas seguintes categorias analíticas: tecnologias ambientais adotadas, a existência de transferência tecnológica e a perspectiva de desenvolvimento sustentável observada.

Categorias Analíticas	Projeto Nova Gerar	Projeto Vega
Tecnologia Ambiental	Focada no modelo fim-de-tubo, mas com amplo aproveitamento do biogás (metano) como fonte de energia	Exclusivamente fim-de-tubo, com aproveitamento limitado, até nov de 2010, do biogás (metano) como fonte de energia
Transferência tecnológica	Transferência predominantemente exógena	Transferência predominantemente endógena
	Conhecimento tecnológico passível de ser transferido para outras organizações	Inovações tecnológicas geradas internamente e <i>know-how</i> tecnológico passíveis de serem transferidos para outras organizações
Desenvolvimento Sustentável	Contribuição mediana e <i>double-bottom-line</i> – de motivação predominantemente econômica; orientada a tecnologias fim-de-tubo; aproveitamento comercial e social do biogás como fonte de energia elétrica.	Contribuição inicialmente baixa, <i>single-bottom-line</i> - de motivação predominantemente econômica; orientada a tecnologias estritamente fim-de-tubo.

**Quadro 17 – Síntese comparativa dos dois projetos dos estudos de caso**

**Fonte:** Elaboração própria, adaptado de Pasini, Farias e Mendes (2010)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram analisados 17 projetos de MDL implementados em aterros sanitários, à luz das tecnologias ambientais utilizadas e levando-se em consideração dois elementos-chave apontados na literatura oficial do PK: Desenvolvimento Sustentável e Transferência de Tecnologia.

O *framework* conceitual de desenvolvimento sustentável utilizado na análise foi o do *triple-bottom-line*, enquanto que na questão da transferência de tecnologia, foram consideradas tanto transferências exógenas - entre países com e sem meta de redução de GEE, tal como se espera no MDL - quanto tecnologia transferida endogenamente. Os resultados encontrados para os projetos de aterro sanitário foram comparados com o status dos projetos brasileiros de MDL como um todo, em todos os escopos setoriais, analisados em Silva Jr. (2011) com igual metodologia. Adicionalmente, dois estudos de caso foram apresentados e comparados como casos analítico-explicativos, de forma a complementar os resultados de pesquisa.

Quanto ao problema de pesquisa desta dissertação, conclui-se que os projetos de MDL em aterros sanitários não contribuem satisfatoriamente para a promoção do desenvolvimento sustentável nem favorecem muito a transferência de tecnologias ambientalmente seguras entre países do Anexo I e o Brasil.

Considerando-se as tecnologias ambientais abordadas, pode-se afirmar que projetos de MDL em aterros sanitários normalmente são limitados em termos de contribuição para o Desenvolvimento Sustentável na perspectiva *triple-bottom-line*, no que abrange o tipo de tecnologia ambiental empregada. Necessariamente, a tecnologia básica que define a razão de ser de um aterro sanitário é fim-de-tubo, pois o objeto desse tipo de negócio é sempre resíduo

a ser disposto de forma adequada. Logo, não há como transformar a tecnologia fim-de-tubo dos aterros em tecnologias mais limpas e de prevenção de poluição na fonte, sem que de alguma forma esse tipo de tecnologia seja descaracterizada.

Não obstante, as tecnologias ambientais adotadas nos aterros foram avaliadas para se averiguar o quanto que estas auxiliam na redução de GEE, bem como o quão bem aproveitam os subprodutos do resíduo em decomposição para outros propósitos tais como a geração de energia. Buscou-se assim, entender, de acordo com La Grega (1994) e Kiperstock (2002), quais projetos MDL de aterros mais favorecem a adoção de tecnologias mais limpas, e conseqüente aproveitamento do potencial energético que dispõem.

Aderente aos resultados de tese de Silva Jr. (2011) percebe-se que o aspecto econômico é preponderante nos projetos de MDL em aterros sanitários, sendo o principal motivador e determinante para sua viabilização. A geração de emprego e renda destaca-se como principal benefício econômico e social dos projetos. Ambientalmente, à parte da esperada redução de emissão de GEE em projetos dessa natureza, o principal benefício foi o incentivo à implantação no negócio de aterros sanitários em oposição a lixões. Tais aspectos só reforçam a centralidade dos projetos no retorno financeiro resultante da atividade econômica nos aterros, relegando a segundo plano outras iniciativas de orientação sócio-ambiental – projetos culturais e educacionais de proteção ao meio ambiente, coleta seletiva, cidadania empresarial.

Como se verificou que normalmente aterros sanitários não geram muitos empregos fixos adicionais com a implantação de projetos de MDL – especialmente nos projetos que não buscam geração de energia, a maioria - fica ainda mais evidente o foco dos projetos no máximo retorno financeiro advindo da geração de créditos de carbono.

O aproveitamento energético do biogás coletado em aterros representaria um melhor uso das tecnologias ambientais fim-de-tubo de aterro em prol do desenvolvimento sustentável, uma vez que diversifica a matriz energética brasileira e aproveita um resíduo que não seria mais usado; no entanto, os projetos que buscam gerar energia com o biogás coletado são a minoria dentre os estudados. Mais uma vez o elemento econômico é o determinante: a geração de energia a partir do biogás não se demonstra economicamente interessante para aterros de todos os portes, mas somente para os de grande porte, em função de altos custos de produção, operação e transmissão de energia a concessionárias.

Analisando o cenário de base e adicionalidades relatadas, percebe-se que a maioria dos projetos envolveu tão-somente aperfeiçoar o sistema de drenagem e coleta de biogás pré-



existente e posterior queima, sem geração de energia – a abordagem menos interessante de todas, uma vez que no outro extremo, existem projetos como o da Nova Gerar, que não só transformaram um antigo lixão em aterro sanitário como também viabilizaram a geração rentável de energia, disponibilizando ainda o excedente de energia para as comunidades localizadas na sua área de influência. Entende-se que o Brasil carece de políticas públicas que favoreçam o amplo uso de biogás como alternativa para a matriz energética brasileira, uma vez que, inclusive, nenhum dos projetos avaliados apontou ter recorrido a qualquer política pública para viabilizar seus projetos e diversos indicaram a problemática da falta de regulamentação dos resíduos sólidos no Brasil, à época da elaboração dos DCPs. Espera-se que essa situação mude a partir da aprovação em 2010 da PNRS, que estabelece como um dos seus princípios de gestão o aproveitamento energético dos resíduos sólidos.

Embora tenha sido relatado por grande parte dos projetos transferência de tecnologia como benefício tecnológico, percebe-se que nos termos do PK - dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento - esta ocorre de forma limitada. Predomina o uso de tecnologia e conhecimento nacional, com ao menos um caso, inclusive, de geração de inovação tecnológica resultante das atividades do projeto de MDL – o caso da Vega e as 5 patentes que resultaram de seu projeto, bem como a inovação incremental alcançada na fabricação de geomembrana própria. Entende-se que houve, sim, transferência de tecnologia, mas transferência predominantemente endógena. Os riscos advindos do pioneirismo em projetos de MDL no Brasil e a falta de um mercado local com todos os equipamentos necessários para se implantar um sistema de coleta de biogás levaram a NovaGerar investir em uma solução *turn-key* estrangeira – algo compreensível à época, mas menos justificável com um mercado de biogás em aterros mais consolidado no Brasil.

Em suma, na perspectiva desta pesquisa, os projetos não atendem adequadamente àquilo que se espera do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, se trazidos à circunscrição dos regulamentos e das normas ainda vigentes no PK. Em termos de desenvolvimento sustentável, constatou-se que não há - mesmo considerando-se os critérios de averiguação de desenvolvimento sustentável estipulados na CIMGC - um grande rigor na cobrança de contrapartidas socioambientais à altura dos interesses primariamente econômicos das organizações na execução desses projetos; essa comissão responsável pela aprovação dos projetos de MDL no Brasil entende que o principal objetivo a ser cobrado de um projeto de MDL é reduzir a emissão de GEE, considerando as outras contribuições para o

desenvolvimento sustentável colaterais. Defende-se, portanto, que o atendimento desses projetos ao conceito clássico de *triple-bottom-line* é limitado.

As inferências deste trabalho reafirmam as constatações apontadas em Andrade e outros (2010) e Silva Jr. (2011): projetos de MDL em aterros sanitários demonstram-se economicamente muito atraentes por exigir pouco ou mesmo nenhum investimento em novas tecnologias de prevenção da poluição na fonte, possivelmente mais limpas, para se garantir retorno financeiro com o recebimento de grandes quantidades de créditos de carbono através de queima de metano que tem potencial de aquecimento mais de vinte vezes superior ao do CO<sub>2</sub>. Assim, trabalhar na prevenção na fonte, evitando-se, por exemplo, a grande quantidade de resíduos orgânicos dispostos nos aterros é jogar contra o seu próprio negócio, já que quanto mais matéria orgânica disposta nos aterros maior é geração de biogás e conseqüentemente maior é o número de créditos de carbono recebidos. Perde-se, com isso, a premência em se investir em pesquisa, desenvolvimento e inovação em prevenção na geração de resíduos sólidos e em se assumir seus conseqüentes riscos na rentabilidade do empreendimento.

Em projetos de aterro sanitário, o termo “limpo” presente em “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo” não faz jus ao nome; tecnologias remediadoras como as empregadas nos projetos estudados não são tecnologias mais limpas nem permitem a transição a modelos de desenvolvimento limpo. A dependência que projetos em aterros sanitários têm na coleta do maior volume possível de resíduos sólidos para assim poder queimar o máximo de biogás e permitir o maior retorno financeiro demonstra que aceitá-los como projetos de MDL é uma falha de mercado: do ponto de vista social, o custo marginal dos projetos não se equipara com os benefícios marginais. Espera-se, no cumprimento daquilo legislado com a PNRS, de, a partir de 2014, ser obrigatório criar somente aterros sanitários na disposição final de resíduos sólidos, e com a implementação de novas políticas ambientais no cenário internacional após o término do PK em 2012, que projetos de tecnologias mais limpas sejam favorecidos em mecanismos econômicos que venham a suceder o MDL. Advoga-se, então, que os aterros sanitários – uma alternativa contingencial, mas também fundamental no controle da poluição nos dias de hoje - não devem ser estimulados num mercado desregulado, e sim fortemente circunscritos e políticas e regulações governamentais. Caberia aos mercados, então, o grande papel de favorecer a inovação tecnológica como caminho para de obter retornos financeiros como políticas internacionais de Governança Ambiental Global.

Como sugestão de pesquisas futuras, este trabalho propõe a realização de uma análise mais aprofundada sobre os projetos de MDL em aterros sanitários, não somente no Brasil, mas em todos os principais países hospedeiros. Sugere-se também, que se continue a estudar como o MDL pode ajudar o cumprimento das não há muito tempo aprovadas PNRs pelos estados, municípios e empresas brasileiras (projeto de dissertação de mestrado já em andamento no NPGA/UFBA). Por fim, outra sugestão de pesquisa seria a elaboração de um estudo propositivo, à luz de projetos fim-de-tubo de MDL, que apontasse possíveis mudanças nas diretrizes desse Mecanismo, de forma a incentivar economicamente o investimento em inovação tecnológica de prevenção da poluição na fonte e/ou os aspectos sociais e ambientais do *triple-bottom-line*, sem que se perca um mínimo necessário de atratividade econômica para as empresas executoras desses projetos.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. São Paulo-SP, 2010. Disponível em < [www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf](http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf)> Acessado em: 20 mai. 2011

ALBERTON, Anete. **Meio ambiente e desempenho econômico-financeiro: o impacto da ISO 14001 nas empresas brasileiras**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ANDRADE, J. C.S *et. al* .**Cleaner Technology and Sustainable Development in Brazil: The Contribution of Clean Development Mechanism (CDM) Projects**. 2010. Disponível em: <<http://www.euram2010.org>>. Acesso em : 20 de fev. 2010.

ANEEL. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=1689](http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689)> Acessado em: 15 nov. 2010.

ANEEL. **Banco de Informações de Geração**. 2011. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/15.htm>> Acessado em: 12 jan. 2011

BAHIA. Casa Civil do Governo da Bahia. **Lei nº12.050 de 07 de Janeiro de 2011**. 2011. Disponível em: <<http://miud.in/VK2>>. Acessado em: 12 mai.2011.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Persona, 1977.

BATTRE - Bahia Transferência e Tratamento de Resíduos S.A. **Documento de Concepção de Projeto**. 2004. Recuperado em 10 junho 2009, de <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58108.html>.

BIDONE F. R. A.; POVINELLI J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos – SP: EESC/USP, 1999.

BIOGÁS. **Biogás: Pesquisas e projetos no Brasil**. 2006. Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/publicacoes.asp>> Acessado em: 09 abr. 2011

BIOGÁS. **Definição – Biogás**. 2011. Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/biogas.asp>> Acessado em: 20 mai. 2011

BLACKMAN, A. **The Economics of technology diffusion: implications for climate policy in developing countries**. Discussion Paper, Washington, DC: Resources for the future, 1999.

BOZEMAN, B. **Technology transfer and public policy: a review of research and theory**. Research Policy, 29 (627-655), Oxford: Elsevier, 2000.

BRAGA, P. **Nova Gerar Eco Energia Ltda**, 2 de Julho, 2009. (Entrevista pessoal concedida para compor pesquisa).

BRASIL. Senado Federal. **Protocolo de Quioto e legislação correlata**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2004.

BRASIL. **Protocolo de Quioto**. 2007. Disponível em <[http://www.onu-brasil.org.br/doc\\_quioto2.php](http://www.onu-brasil.org.br/doc_quioto2.php)> Acesso em: 12 de fev. 2009.

BRASIL, **Nº12.187 de 29 de Dezembro de 2009**. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm)>. Acessado em: 15 mai. 2011

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. **Protocolo de Kyoto**, 2009. Disponível em: <[www.greenpeace.org.br/clima/pdf/protocolo\\_kyoto.pdf](http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/protocolo_kyoto.pdf)>. Acesso em: 10 de Fevereiro, 2010.

BRASIL. **Lei Nº12.305 de 2 de Agosto de 2010**. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acessado em: 2 de mai.2011.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **Status atual das atividades de projeto de MDL no Brasil e no mundo**. 2011. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>. Acesso em: 30 de mai.2011.

BRITO FILHO, L. F. **Estudo de gases em aterros de resíduos sólidos urbanos**. 2005.218f. Dissertação (Mestrado Ciências em Engenharia Civil)-Universidade federal do Rio de Janeiro (UFRJ),Rio de Janeiro, 2005.

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future**. 1987. Disponível em: <<http://worldinbalance.net/intagreements/1987-brundtland.php>>. Acessado em: 15 de mai.2010.

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. In: **Research Policy**, 29 (627-655), Oxford: Elsevier, 2000.

BUARQUE, S. C. **Construindo o Desenvolvimento Local Sustentável**. Rio de Janeiro, 2004.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. et al. **Metodologia Científica**. 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CETESB. **Biogás – Pesquisas e Projetos no Brasil**. São Paulo: SMA, 2006. Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/publicacoes.asp>> Acessado em: 15 mai. 2011

CETRIC. **Prática de Sucesso: Implantação de Evaporador de Chorume**. 2008. Disponível em: <<http://www.cetric.com.br/print.php?PG=noticias&NID=00043>> Acessado em: 17 abr. 2011

CIMGC – Comissão Interministerial sobre Mudança Global e Clima. **Resolução nº1**. Brasília, 2003.

CONSONI, A.J et al. Disposição final do lixo. In: **Jardim**, N.S. (coord.) et al. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995. (Publicações IPT, 2.163).

CONEJERO, Marco Antônio; NEVES, Marcos Favas. **Marketing de Créditos de Carbono: Um estudo multi-casos**. In: ENCONTRO DA ANPAD. 30, 2006. Salvador-Bahia, **Anais...** Salvador, ENANPAD, 2006.

COSTA, Paulo de Oliveira. **Resposta político-econômica às mudanças climáticas: origens, situação atual e incertezas do Mercado do mercado de créditos de carbono**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. Salvador. 2004.

CRUZ, S. R. S. **O Mercado de Carbono em Aterros Sanitários na Cidade de São Paulo - Contribuição dos Projetos do MDL para a Gestão Local de resíduos Sólidos**. 2009. 103f. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2009.

CURNOW, Paul; HODES, Glenn. **A Guidebook to host country legal issues**. UNEP Riso e Centre, 2009.

CUNHA, M. E. G. *Análise do setor de saneamento Ambiental no aproveitamento energético de resíduos: “Ocaso no município de Campinas-S.P.”*. 2002. 159f. Dissertação (Mestre e Planejamento de Sistemas Energéticos)-Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas/SP. 2002.

DECHEZLEPRÊTRE, A., GLACHANT, M., MENIERE, Y. Technology transfer by CDM projects: A comparison of Brazil, China, India e Mexico. **Energy Policy**, v.37, 2009. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTreport/report1207.pdf>>. Acesso em :28 de dez. 2010.

DUARTE, A. C. **Projetos de MDL em Aterros Sanitários no Brasil: Alternativa para o Desenvolvimento Sustentável**. 125f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2006.

DUARTE, A. C. BRAGA, M. C. B. **Recuperação de biogás em aterros sanitários**. In: Saneamento Ambiental - Em defesa do Saneamento e Meio Ambiente, 138, p 32-35. 2008.

ELLIS, J., Winkler, H.; CORFEE-MORLOT, J.; CAGNON-LEBRUN, F. “CDM: taking stock and looking forward”. **Energy Policy**. v.35, n. 1, p.15-28, 2007.

ESTY, D. C. e IVANOVA, M. (Org.). **Global Environmental Governance: options & opportunities**. New Haven, CT: Yale School of Forestry & Environmental Studies.2005.

FUJIHARA, Marco Antônio, LOPES, Fernando Giachini. **Sustentabilidade e mudanças climáticas: guia para o amanhã**. São Paulo: SENAC, 2009.

GIDDENS, Anthony. **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010

GOULDSON, A. MURPHY, J. **Regulatory realities: the implementation and impact of industrial environmental regulation**. London: Eastscan, 1998.

GOUVEIA, N.; MESQUITA, L. **Mercado de Carbono**. INPI, 2011. Disponível em: <<http://www.marcaspatentes.pt/>> Acesso em: 15 fev. 2011

GRIMBERG, E. A Política Nacional de Resíduos Sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social. IN: CAMPOS, J. O.; BRAGA, R. (orgs) **Gestão de Resíduos: valorização e participação**. Rio Claro: LPM/IGCE/UNESP, 2005.

GUILLEN, Chana Michelli. **Contribuições de atividades de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) ao desenvolvimento sustentável do Brasil**. 2010. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

GUIMARÃES, R. P. A Ética da Sustentabilidade e a Formulação de Políticas de Desenvolvimento. IN: VIANA, G; SILVA, M; Diniz, N. (orgs) **O Desafio da Sustentabilidade: Um Debate Socioambiental no Brasil**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2001.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1691&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1) > Acessado em: 30 mai. 2011

ICLEI. **Manual para aproveitamento do biogás: volume um, aterros sanitários**. São Paulo: ICLEI, 2009 Disponível em: <<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/biogas/publicacoes.asp>> Acessado em: 10 nov.2010.

INSTITUTO INOVAÇÃO. **Econegócios – As “Inovações Verdes” como Oportunidades de Negócio**. 2006. Disponível em:<<http://www.institutoinovacao.com.br/estudo.php?escolha=17>> Acesso em: 3 dez.2007.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta. Resgatando o conceito de tecnologia ambiental. In: ENCONTRO DA ANPAD, 29. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta. Tecnologias ambientais: em busca de um significado. In: **Revista de Administração Pública**, n. 44, n.3: p.591-611, Rio de Janeiro, maio/jun. 2010.

JOHANNESSEN, L. M. **Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills**. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/THE WORLD BANK, 1999.

KANAI, K. **A transferência de conhecimento tecnológico: análise do caso - “Curso de Treinamento nos Terceiros Países”**. 2008. 198f. Dissertação (Mestrado em Educação). Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Disponível em:<<http://libdigi.unicamp.br>>. Acesso em: 2 de jan. 2010.

KIPERSTOK, Asher et al. **Prevenção da poluição**. Brasília: SENAI/DN, 2002. (Programa SENAI Educação a Distância. Tecnologias e Gestão Ambiental – TGA).



KIPERSTOK, A. (Coord.). **Inovação e meio ambiente: elementos para o desenvolvimento sustentável na Bahia**. Salvador: Centro de Recursos Ambientais. (Série Construindo os Recursos do Amanhã), 2003.

KIPERSTOK, Asher. Sustentabilidade ambiental: produção e consumo. In: **Revista Ciências Exatas**, Taubaté, v.12, .2, p. 141-150, 2006.

KIQUIMOTO, E.; SOUZA, M. T. S. **Elaboração de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) em aterros sanitários**. Disponível em: <<http://engema.up.edu.br/arquivos/engema/pdf/PAP0219.pdf>> Acesso em: 10 de out.2010.

KOPINAK, J. K. The use of triangulation in a study of refugee well-beings. **Quality & Quantity** , 1999.

LAGES, Raphael T.; FRANÇA, Sergio L. B. Proposta de estratégia para implementação de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO, 4., 2008. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008.

LAGREGA, M. D.; BUCKINGHAM, P. L.; EVANS, J. C. The Environmental Resources Management Group. In: \_\_\_\_\_, **Hazardous Waste Management**. Singapore: McGraw-Hill, 1994.

LE PRESTRE, P. **Protection de l'environnement et relations internationales: les défis de l'écopolitique mondiale**. Paris: Armand Colin, 2005.

LENZI, C. L. **Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade**. São Paulo: Edusc, 2006.

LLOYD, Bob. SUBBARAO, Srikanth. **Development challenges under the clean development mechanism (CDM) – Can renewable energy initiatives be put in place before peak oil**. Energy Policy, v.37, p. 237 – 245, Janeiro de 2009.

MARCHEZI, Roberta da Silva Monteiro; AMARAL, Sergio Pinto. O Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL conceito e uso do MDL no mundo e no Brasil. In: **Revista Eletrônica de Gestão de Negócios**, v.14, n. 1, 2008.

MARTINS, G.A. **Estudo de Caso: uma estratégia de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2006.

MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. L. **Limits to Growth: The 30-Year Update**. White River Junction: Chelsea Green Publishing, 2004.

MELLO, M.C.A ; NASCIMENTO, L. F. M. . **Produção mais Limpa: um impulso para a inovação e a obtenção de vantagens competitivas**. In: ENEGEP-ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,22., 2002, Curitiba. ENEGEP 2002. Curitiba: ENGEPE, 2002.

MIGUEZ, José D. G. Ações de Mitigação das emissões no Brasil. In: **Plenarium**, v.5, n.5, 2008.

MONTEIRO, J. H. P. et. al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOTTA, Paulo Roberto; GUIMARÃES, Roberto (coord.). **O mercado de carbono: de Quioto a Bali**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2008.

NÁPRAVNÍK FILHO, L.A.F.K. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e transferência de tecnologia** 2009. Dissertação (Mestrado em Administração Estratégica), Universidade Salvador, Salvador, Bahia, 2009.

NOVA GERAR Eco Energia Ltda. Documento de Concepção de Projeto, 2004. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/58107.html>>. Acesso em: 08 de março, 2009.

OPINIÕES, Revista. 2011. Disponível em: <<http://www.revistaopinioes.com.br/aa>> Acessado em: 23 mai.2011.

PASINI, K. B.; FARIAS, L.G.Q.; MENDES, L. N. **Tecnologia Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: uma Análise Comparativa nos Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo em Aterros Sanitários, na Bahia e no Rio de Janeiro**. In: ENCONTRO DA ANPAD. 2010. Salvador-Bahia, **Anais...** Salvador, ENANPAD, 2010.

PASSET, René. **L'Economique et le Vivant**. Paris: Payot, 1979.

PATERNOSTRO, A. G. **Potencial de Geração de Energia do Biogás Proveniente dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado da Bahia**. Universidade Federal da Bahia. Salvador: CIEnAm, 2009.

PAVANI, M.C.O.; PARENTE, V. **Projetos de MDL em aterros sanitários do Brasil: análise política, socioeconômica e ambiental**. 2006. Disponível em: [http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05432\\_Pavan\\_Oliveira.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05432_Pavan_Oliveira.pdf)>. Acesso em: 10 de out.2009.

PEARSON, B. **Market failure: why the clean development mechanism won't promote clean development**. Journal of Cleaner Production, 2007.

PNUMA. **Perspectivas do Meio Ambiente Mundial-2002 GEO-3: Passado, presente e futuro**. IBAMA, 2004. Disponível em: <[http://www.wiiuma.org.br/geo\\_mundial\\_arquivos/](http://www.wiiuma.org.br/geo_mundial_arquivos/)> Acesso em: 12 de jan. 2011

QUIVY, R., CAMPENHOUDT, L. **Manual de investigação em ciências sociais**. Lisboa: Gradiva, 1998.

RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. **Coleta Seletiva de Lixo Domiciliar – Estudos de Caso**. Caminhos da Geografia. v.1, p. 50- 69. Dezembro de 2000.

RADOSEVIC, S. **International technology transfer and catch-up in economic development**. Massachusetts: Edward Elgar, 1999.

ROSEMBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas: UNICAMP, 2006.

ROTHBALLER, Karsten. **Der grüne Zeitgeist: Die Inwertsetzung der Atmosphäre und der nachhaltige Entwicklungsbeitrag des Clean Development Mechanism in Brasilien**. 2008. 186f. Forschungsarbeit, Universität Wien, 2008.

RUIZ, J. A. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. São Paulo, Atlas, 1986. 170p

SACHS, I. **Estratégias de Transição para o Século XXI**. São Paulo: Nobel, 1993.

SANTEC – Santec Resíduos. Especificações Técnicas. Disponível em: <<http://www.santecresiduos.com.br/aterro/especificacoes/>> Acessado em: 01 jun. 2011.

SCHNEIDER, M.; HOLZER, A., HOFFMAN, V.H. Understanding the CDM's contribution to technology transfer. **Energy Policy**, 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. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC, 2007.**

Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTre>>. Acesso em : 29 dez. 2008.

SILVA, R. A. B. **Governança de Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL no Brasil com a apresentação do estudo de caso do projeto Novagerar 2007.**

Mestrado Executivo (Mestrado em Gestão Empresarial), Faculdade Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

SILVA FILHO, J. C. L. (1999). O Papel das ONG's na Difusão de Inovações Tecnológicas Ambientais. In: SEMINÁRIO LATINO IBEROAMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA. 8.,1999. **Anais...** Valencia, 1999. (CD ROM).

SILVA JR., A. C. **Projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL): romotores de Transferência de Tecnologia e Tecnologias mais limpas no Brasil?** 2011. Tese

(Doutorado em Engenharia Industrial), Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2011.

SOLVI. **Casos Brasileiros: Aterro Metropolitano Centro – Salvador.** 2010. Disponível em: <<http://www.solvi.com/>> Acessado em: 05 mar. 2011.

SOUZA, G. D. **Aplicação do mecanismo de desenvolvimento limpo: O caso Novagerar.**

2007. 190f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis>>. Acesso em :10 de fev.2010.

SOUZA, P. F. M. e. **Metodologias de monitoramento de projetos de MDL: uma análise estrutural e funcional.** 2005. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

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. In: ENCONTRO NACIONAL; ENCONTRO INTERNACIONAL DE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 11., 2009. **Anais...** Fortaleza: ENGEMA, 2009.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: A economia da tecnologia do Brasil.** Rio de Janeiro Elsevier, 2006.

UNFCCC. **CDM Statistics**. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html> >. Acesso em: 05 jan. 2009

UNFCCC. **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its sixth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010**. 2011 Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/>> Acesso em: 02 fev. 2011.

USEPA. **LFG Collection System**. 2011. Disponível em: < <http://www.epa.gov/lmop/basic-info/lfg.html> > Acessado em: 18 mai. 2011.

VEGA Engenharia Ambiental SA. **Site Institucional**. Disponível em: <<http://www.vega.com.br>>Acesso em: 10 de nov. 2009.

VELA, J. A. A.; FERREIRA, E. **Vantagem Competitiva do Brasil nos Projetos de MDL**. VIII In: ENCONTRO NACIONAL DE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 8., 2005. Anais... Rio de Janeiro: ENGEMA, 2005.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Revista SOCERJ**, n. 20(5), 2007.

WEISS, R. **Learning From Strangers: the art and method of qualitative interview studies**. Nova Iorque: Free Press, 1995.

WILKINS, G. **Technology transfer for renewable energy overcoming barriers in developing countries**. London: Earthscan.2002.

WBSCD . **Eco-eficiência: criar mais valor com menos impacto**. Disponível em:< <http://www.wbscd.org>>.Acesso em : 03 de dez. 2008.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZANTA, V. M. . **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários**. Petrópolis - RJ: SERMOGRAF Artes Gráficas e Editora Ltda., 2006. 494 p.

ZHAO, L; REISMAN, A. Toward meta research on technology transfer. In: **Engineering Management**, Newark:Rutgers, 1992.

ZULAUF, M. **Vega Engenharia Ambiental**. Salvador, 06 de Maio de 2009. (Entrevista pessoal concedida para compor pesquisa).

**APÊNDICES**

## APÊNDICE A – Roteiro de Entrevista

<b>ROTEIRO DE ENTREVISTA - COLETA DE DADOS</b>
------------------------------------------------

1. Nome do Projeto

2. Nome e Contatos dos Gestores, Financiadores e Parceiros do Projeto

Nome/Cargo	Telefone	E-mail	Bionota

3. Quais seriam as motivações e barreiras relacionadas a implantação/operação do projeto de MDL?

4. Qual é a sua percepção em relação aos resultados que já foram obtidos em médio/longo prazo com o projeto de MDL? O que foi planejado foi, de fato, alcançado?

5. Qual a contribuição do projeto para a melhoria da sustentabilidade da área de influência do empreendimento?

6. Qual tem sido a influência das partes interessadas no projeto de MDL?

7. Descreva a tecnologia utilizada nesse projeto de MDL:

7.1 Houve algum tipo de transferência de tecnologia?

7.2 Qual a contribuição do projeto para a prevenção da poluição?

8. Faça uma análise crítica do ciclo do projeto (elaboração, submissão e aprovação, implantação, emissão dos créditos, recebimento dos créditos):



9. Houve financiamento público em alguma fase do projeto?

9.1 Se sim, que tipo incentivo público a nível nacional, estadual ou local foi utilizado do projeto?

9.2 Que ações públicas poderiam contribuir para um melhor desenvolvimento do projeto de MDL no Brasil?

10. Quais as contribuições deste projeto de MDL considerando os planos local, estadual, nacional e global?

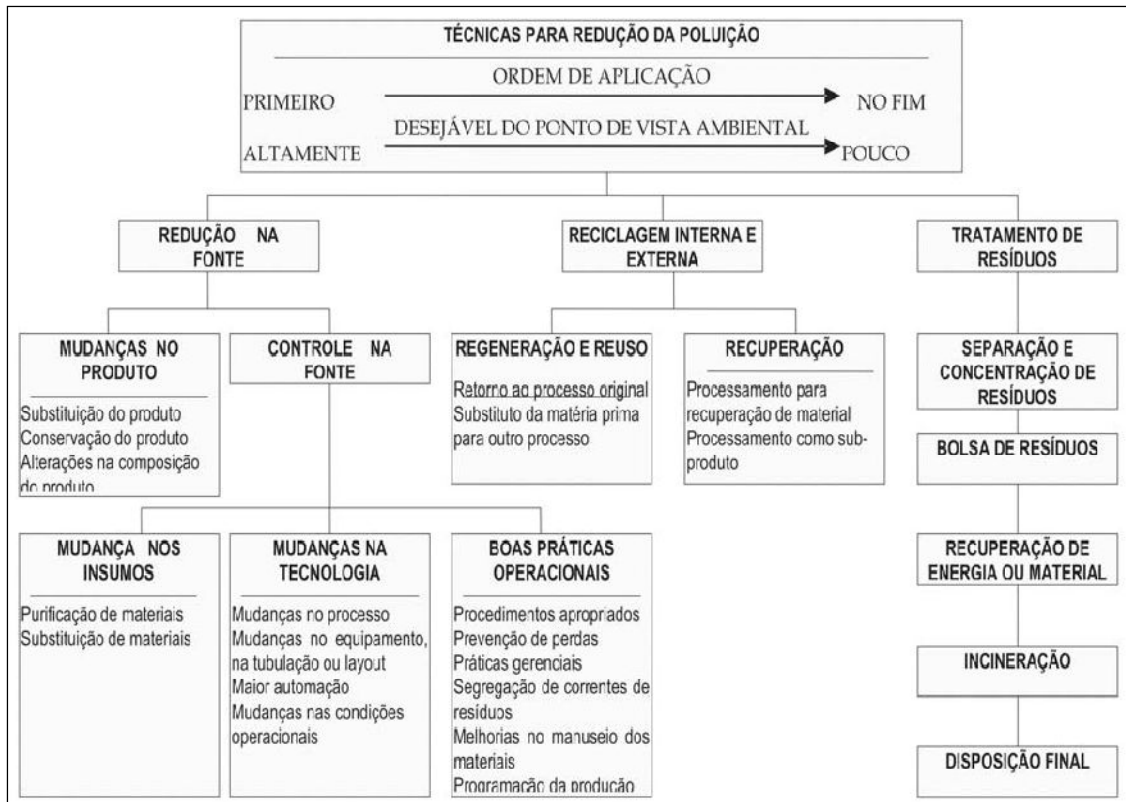
10. 1 Qual foi a influência do projeto de MDL na governança local? Gerou debate local? Catalisou outros projetos socioambientais?

10.2 Quais as contribuições do projeto de MDL para a empresa?

10. 3 Qual foi a influência do projeto de MDL na governança socioambiental da empresa (especialmente na redução de GEE)?

11. Área destinada para anotações durante a visita de campo:

Verificar in loco se a tecnologia utilizada no projeto de MDL é mais focada no controle fim de tubo ou na produção mais limpa, classificando-a segundo a matriz de LaGrega (abaixo):



Observações do grupo:

## APÊNDICE B – Grupo de Pesquisa do CNPq

Integrante	Nome Completo	Base	Instituição	E-MAIL
				Principal
1	Ana Cristina de Oliveira Telésforo	Bahia	UNIFOR	anacris_tel@hotmail.com
2	André Luis Rocha de Souza	Bahia	UFBA	andre_financas@yahoo.com.br
3	Andréa Cardoso Ventura	Bahia	UFBA	andreaventurassa@gmail.com
4	Antônio Costa Silva Júnior	Bahia	UFBA	antoniocostasilvajunior@hotmail.com
5	Antônio Oscar Goes	Bahia	UESC	oscargoes11@hotmail.com
6	Chana Michli Brum Guillen	Rio Grande do Sul	UFRGS	michelliguillen@gmail.com
7	George Augusto Batista Câmara	Bahia	UFBA	george@camaraconsultoria.com.br
8	Janice Mileni Bogo	Rio Grande do Sul	UDESC	janice@mileni.adm.br
9	<b>José Antônio Puppim de Oliveira*</b>	<b>Rio de Janeiro</b>	UNU	joseantonio_puppimdeoliveira@yahoo.com
10	<b>José Célio Silveira Andrade*</b>	<b>Bahia</b>	UFBA	celio.andrade@superig.com.br
11	Kristian Brito Pasini	Bahia	UFBA	kristian.pasini@gmail.com
12	Luana das Graças Queiróz de Farias	Bahia	UFBA	luanaffarias@hotmail.com
13	Luciano Angelo Francisco Karel Nápravnik Filho	Bahia	UNIFACS	luciano.naprvnik@yahoo.com.br
14	<b>Luis Felipe Nascimento*</b>	<b>Rio Grande do Sul</b>	UFRGS	nascimentolf@gmail.com
15	Maria de Fátima Barbosa Góes	Bahia	UNIFACS	mfbgoes@gmail.com
16	Thaís Fernandes Dias Cairo	Bahia	UNIFACS	tay_cairo@hotmail.com

\* Coordenador

## APÊNDICE C – Produção Científica 2008 a 2010 do Grupo CNPq

### A Utilização de Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) pelas Empresas Brasileiras

#### Produção Científica (2008-2010)

##### A) Artigos completos publicados em periódicos nacionais (7)

1. ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., PASINI, K., NAPRAVNIK FILHO, L., VENTURA, A. C. Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): geração de tecnologias limpas no Brasil. **Revista Contextus** (Fortaleza), v.8, p.20 - 40, 2010.
2. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. Conflitos Socioambientais envolvendo Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) na América Latina. **RGSA** (ANPAD). , v.3, p.155 - 174, 2009..
3. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS NO PROJETO DE MDL DA PLANTAR S.A.: interesses muito além das fronteiras locais. **eGesta** (UNISANTOS). , v.4, p.124 - 157, 2008.
4. ANDRADE, J. C. S., COSTA, P. O. Mudança Climática, Protocolo de Kyoto e Mercado de Crédito de Carbono: desafios à governança ambiental global. **O&S. Organizações & Sociedade**. , v.15, p.29 - 46, 2008.
5. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. REGULAÇÃO DE CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS: UMA ANÁLISE DO PROJETO DE MDL DA PLANTAR SIDERÚRGICA S.A.. **RGSA - Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.02, p.3 - 28, 2008
6. ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., PASINI, K., FARIAS, L. VENTURA, A. C. Contribuição dos Projetos de MDL Brasileiros na Indústria de Energia para a Geração de Tecnologias Limpas em prol do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Contextus**, 2010.
7. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., PASINI, K., FARIAS, L., NAPRAVNIK FILHO, L., CAIRO, T., GOES, M. F. B., GOES, A. O. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Instrumento em Prol da Transferência de Tecnologia e Geração de Tecnologias mais Limpas no Brasil? **RGSA**, 2010.

##### B) Artigo Técnico publicado em Relatório Institucional Internacional (1)

1. ANDRADE, C.; NASCIMENTO, L.F.; OLIVEIRA, J.A.P. Has CDM Delivered what is Promised? An Analysis of CDM in Brazil. In: IETA – International Emissions Trading Association, **Greenhouse Gas Market Report 2010: Post Copenhagen and Climate Policy**. Where Global Emissions Trading Goes from Here. Geneve, Switzerland, 2010, p. 102-106.

##### C) Artigos aprovados para publicação em periódico internacional – no prelo (2)

1. CAMARA, G., ROCHA, P. S., ANDRADE, J. C. S., FERREIRA, L. E. REGULATORY FRAMEWORK FOR GEOLOGICAL STORAGE OF CO<sub>2</sub> IN BRAZIL – ANALYSES AND PROPOSAL. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 2011..

2. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., LEO, E.B.S.; WU, D.D. Sustainable Development and Cleaner Technology in Brazilian Energy CDM Projects: consideration of risks. **Human and Ecological Risk Assessment**, 2011.

**D) Artigos em processo de avaliação para publicação em periódico internacional - (2)**

1. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., NAPRAVNIK FILHO, L., VENTURA, A. C., TELESFORO, A. C. Clean Development Mechanism (CDM) in Brazil: an instrument for technology transfer and promotion of cleaner technologies?. **Journal of Cleaner Production**, 2010.

2. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., PASINI, K.; OLIVEIRA, J.A.P. Cleaner Technology and Sustainable Development in Brazil: contribution of CDM. **Business & Society**., 2011.

**E) Capítulos de livros publicados (2)**

1. ANDRADE, J. C. S., VENTURA, A. C. Conflitos socioambientais globais em empreendimentos nacionais: o caso do projeto de MDL da Plantar S.A. no Brasil. In: **A política mundial contemporânea: atores e agendas nas perspectivas do Brasil e do México**. Salvador : EDUFBA, 2010, p. 221-284.

2. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. La Acción de los Movimientos Contestatarios en los Conflictos Socioambientales relativos a la Industria de Celulosa y Papel en América Latina: propuesta para la construcción de un modelo analítico In: **Estudiar América Latina: retos y perspectivas**. 1 ed. San José - Costa Rica : Alma Máter, 2009, v.1, p. 127-140.

**F) Capítulos de livros no prelo (1)**

1. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. AÇÃO CONTESTATÓRIA DE MOVIMENTOS SOCIAIS CONTRA PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL): ANÁLISE DE CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS NO CONTEXTO LATINOAMERICANO In: **Problemas Emergentes de América Latina**., 2010

**G) Trabalhos publicados em anais de eventos internacionais – completo (13)**

1. ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., PASINI, K., FARIAS, L., GOES, M. F. B., VENTURA, A. C., CAIRO, T. Clean Development Mechanism in Brazil In: European Academy of Management Conference, 2010, Roma. **Proceedings of EURAM 2010** ., 2010.

2. ANDRADE, J. C. S., PASINI, K., FARIAS, L. Estratégias Ambientais do Carbon Disclosure Project (CDP) e seus reflexos sobre a Governança Ambiental do Clima. In: II

Conferencia Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regioes Semiaridas, 2010, Fortaleza. **Anais do ICID 2010.** , 2010.

3. ANDRADE, J. C. S., FARIAS, L. Governanca Ambiental Global no Contexto do Carbon Disclosure Project (CDP): analise da participacao de setores produtivos brasileiros. In: II Conferencia Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regioes Semiaridas, 2010, Fortaleza. **Anais do ICID 2010.** , 2010.

4. FARIAS, L., SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., PASINI, K., VENTURA, A. C., GOES, M. F. B., CAIRO, T., ROCHA, A. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) na Petrobras – FAFEN - Bahia: Estrategia Ambiental para o Desenvolvimento Sustentavel. In: II Conferencia Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regioes Semiaridas, 2010, Fortaleza. **Anais do ICID 2010.** , 2010.

5. SILVA JUNIOR, A. C., FARIAS, L., ANDRADE, J. C. S., VENTURA, A. C., CAIRO, T., PASINI, K., GOES, M. F. B., ROCHA, A. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Nordeste: contribuicoes para a promocao de Tecnologias mais Limpas e Desenvolvimento Sustentavel. In: II Conferencia Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regioes Semiaridas, 2010, Fortaleza. **Anais do ICID 2010,** 2010.

6. ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., PASINI, K., FARIAS, L., GOES, M. F. B., VENTURA, A. C., CAIRO, T. Sustainable Development and Cleaner Technology: the contribution of Energy CDM Projects in Brazil In: The 16th Annual International Sustainable Development Research Conference 2010, 2010, Hong Kong. **Proceedings of the 16th Annual International Sustainable Development Research Conference 2010,** 2010.

7. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S., ANTONIO, L. Q. Tecnologias Sociais: possiveis instrumentos para a mitigacao do aquecimento global? In: II Conferencia Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regioes Semiaridas, 2010, Fortaleza. **Anais do ICID 2010.** , 2010.

8. ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., NAPRAVNIK FILHO, L. Brazilian Clean Development Mechanism (CDM) Projects: putting up the technology against the wall In: 8th World Congress of Chemical Engineering, 2009, Montreal. **Proceedings of 8th World Congress of Chemical Engineering.** , 2009.

9. ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., NAPRAVNIK FILHO, L., TELESFORO, A. C., VENTURA, A. C. Clean Development Mechanism (CDM) Projects and Generation of Clean Technologies in Brazil In: 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production, 2009, São Paulo. **Proceedings of the 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production.** , 2009.

10. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S., NAPRAVNIK FILHO, L., SILVA JUNIOR, A. C., TELESFORO, A. C., PASINI, K., FARIAS, L., CAIRO, T., GOES, M. F. B. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Instrumento de Governança Ambiental Global em prol da Sustentabilidade e da Adoção de Tecnologias mais Limpas no Brasil? In: XI Colóquio Internacional sobre Poder Local, 2009, Salvador - Bahia. **Anais do XI Colóquio Internacional sobre Poder Local,** 2009.

11. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S.. Contestation Action against Pulp Industry in Uruguay: a critical analysis of Botnia Case. In: **Proceedings of ABRI - ISA 2009 Joint International Meeting**, Rio de Janeiro, 2009.

12. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S.. Social-environmental Conflicts involving issues related to the Clean Development Mechanisms (CDMs): Projects in Latin America. In: **Proceedings of ABRI - ISA 2009 Joint International Meeting**, Rio de Janeiro, 2009.

13. ANDRADE, J.C.S. *et al.* Cleaner Technology and Sustainable Development in Brazil: contribution of CDM. In: **Proceedings of 2010 Academy of Management Annual Meeting**. Montreal, Canada, 2010.

#### H) Trabalhos publicados em anais de eventos nacionais – completo (16)

1. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., FARIAS, L., PASINI, K., VENTURA, A. C., GOES, M. F. B., CAIRO, T. Análise de Projetos Brasileiros de MDL à luz das Tecnologias mais Limpas e Desenvolvimento Sustentável In: VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2010, Campina Grande - Paraíba. **Anais do CONEM 2010.** , 2010.

2. VENTURA, A. C., PASINI, K., ANDRADE, J. C. S., CAIRO, T. Análise do Projeto de MDL da Plantar S.A à Luz das Abordagens de Transferência e Geração de Tecnologias Mais Limpas para a Promoção de Desenvolvimento Sustentável In: CNEG 2010, 2010, Rio de Janeiro. **Anais do CNEG 2010.** , 2010.

3. CAMARA, G., ANDRADE, J. C. S., ROCHA, P. S., FERREIRA, L. E. ANÁLISE E PROPOSIÇÃO PARA A REGULAÇÃO BRASILEIRA DO USO DA TECNOLOGIA DE ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> In: CNEG 2010, 2010, Rio de Janeiro. **Anais do CNEG 2010.** , 2010.

4. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., TELESFORO, A. C. Políticas Públicas, Tecnologias mais Limpas e Desenvolvimento Sustentável: um Estudo de Projetos de MDL em Parques Eólicos no Brasil In: ENANPAD, 2010, Rio de Janeiro. **Anais do ENANPAD**, 2010.

5. ROCHA, A., ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., SANTOS, F. S., SANTOS, W. R. Protocolo de Kyoto e Mercado de Carbono: Estudo Exploratório das Abordagens Contábeis Aplicadas aos Créditos de Carbono e o Perfil de Projetos de MDL no Brasil In: CNEG 2010, 2010, Rio de Janeiro. **Anais do CNEG.** , 2010.

6. ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., NAPRAVNIK FILHO, L., TELESFORO, A. C., VENTURA, A. C. Brazilian Clean Development Mechanism (CDM) Projects: Generation of Clean Technologies and Sustainable Development? In: V Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2009, Rio de Janeiro. **Anais do V CNEG.** , 2009. .

7. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. Conflitos Socioambientais envolvendo Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) na América Latina. In: ENGEMA 2009, 2009, Fortaleza. **Anais do ENGEMA 2009**, 2009.

8. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., PASINI, K., FARIAS, L., NAPRAVNIK

FILHO, L., CAIRO, T., GOES, M. F. B., GOES, A. O. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Instrumento em Prol da Transferência de Tecnologia e Geração de Tecnologias mais Limpas no Brasil? In: ENGEMA 2009, 2009, Fortaleza. **Anais do ENGEMA 2009**, 2009. .

9. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., RAMOS, E., Ramos, A.F., RAMOS, A. S. Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): estudo empírico no Brasil In: XVI Congresso Brasileiro de Custos, 2009, Fortaleza. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Custos**. , 2009.

10. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. A Comunicação Organizacional e as Relações Públicas Enquanto Estratégias de Regulação dos Conflitos Socioambientais do Projeto de MDL da Plantar S.A. In: X Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2008, Porto Alegre. **Anais do X ENGEMA**. , 2008.

11. FIGUEIRO, P. S.; GUILLEN, C. M. B.; NASCIMENTO, L.F. Contribuições dos Projetos de MDL para o Desenvolvimento Sustentável: uma Análise dos Projetos Brasileiros de Suinocultura. In : **Anais do X ENGEMA 2008** - Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente, Porto Alegre - RS, 2008.

12. BOGO, J. M; GUILLEN, C.M.; NASCIMENTO, L.F.; OLIVEIRA, J.A.P. Mecanismos de Desenvolvimento Limpo e Inovação Tecnológica: estudo de caso no Projeto Sadia de Redução de Emissões. In: ENGEMA 2009, 2009, Fortaleza. **Anais do ENGEMA 2009**. , 2009.

13. GUILLEN, C.M.; ENGELMAN, R.; MALANOVICZ, A.V.; NASCIMENTO, L.F. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a Transferência de Tecnologia no Brasil. In: ENGEMA 2009, 2009, Fortaleza. **Anais do ENGEMA 2009**. , 2009.

14. TELESFORO, A.C; LOIOLA, E. A Contribuição das Políticas Públicas Ambientais Brasileiras como Incentivadora de Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) na Área de Energia no Brasil. In: ENGEMA 2009, 2009, Fortaleza. **Anais do ENGEMA 2009**, 2009.

15. FARIAS, L. *et al.* Projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da Petrobras-Fafen: uma Análise à Luz das Estratégias Ambientais Empresariais, das Tecnologias Ambientais e do Desenvolvimento Sustentável. In : **Anais do ENANPAD 2010**, Rio de Janeiro - RJ, 2010.

16. PASINI, K. *et al.* Tecnologia Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: uma análise comparativa nos Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo em aterros sanitários, na Bahia e no Rio de Janeiro. In : **Anais do ENANPAD 2010**, Rio de Janeiro - RJ, 2010.

#### **I) Trabalhos publicados em anais de eventos nacionais - resumo expandido (5)**

1. CAMARA, G., ROCHA, P. S., ANDRADE, J. C. S. A utilização do armazenamento geológico do CO<sub>2</sub> pelo setor petrolífero brasileiro e sua influência na Governança Ambiental Global do Clima In: II Simposio de Gestao Ambiental e Mudancas Climaticas, 2010, Curitiba. **Anais do II SIMGAMC**, 2010.

2. ROCHA, A., SILVA JUNIOR, A. C., FARIAS, L., ANDRADE, J. C. S. O PERFIL DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: UM ESTUDO DOS PROJETOS DE



MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL) In: II Simposio de Gestao Ambiental e Mudancas Climaticas, 2010, Curitiba. **Anais do III SIMGAMC.** , 2010.

3. TELESFORO, A. C., ANDRADE, J. C. S., SILVA JUNIOR, A. C., FARIAS, L., ROCHA, A., GOES, M. F. B., DUTRA, C. POLÍTICAS PÚBLICAS, TECNOLOGIAS MAIS LIMPAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL - PROJETO MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL) DE PARQUE EOLICO NO CEARA In: II Simposio de Gestao Ambiental e Mudancas Climaticas, 2010, Curitiba. **Anais do II SIMGAMC.** , 2010.

4. 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? In: I Simpósio de Gestão Ambiental e Mudanças Climáticas, 2009, Curitiba. **Anais do I Simpósio de Gestão Ambiental e Mudanças Climáticas.** , 2009.

5. GUILLEN, C.M.B; NASCIMENTO, L.F. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo como gatilho para adoção de praticas sustentaveis em cadeias de suprimentos. In: **Anais do I Simpósio de Gestão Ambiental e Mudanças Climáticas**, Curitiba-PR, 2009.

#### **J) Trabalhos Aceitos para Participação em Anais de Eventos Nacionais – Resumo (11)**

1. GUILLEN, C.M.B; NASCIMENTO, L.F. CONTRIBUIÇÕES DO MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL) PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL: ESTUDO DE CASOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.

2. FARIAS, L.; ANDRADE, J.C.S. Respostas anunciadas pelas empresas brasileiras participantes do Carbon Disclosure Project para economia de baixo carbono. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.

3. LEAO, E.B. Respostas das Empresas à Mudança do Clima. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010

4. LEAO, E.B. Análise de Inventário de Emissão de Gases do Efeito Estufa de grandes bancos com atuação no Brasil. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010

5. LEAO, E.B; FARIA, F.A.; BRANDAO, F.S.; TOMASI, R.M. O surgimento de firmas a partir do Mercado de Carbono. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010

6. ROCHA, A.; COSTA, A.; ANDRADE, C.; FARIAS, L. O Mercado de Carbono regulado Brasileiro e as formas de comercialização de projeto de MDL: Barreiras e perspectivas em uma empresa de papel na Bahia. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.

7. BOGO, J.; GUILLEN, M.; ANDRADE, C.; VIEIRA, E.P. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) na Usina de Co-Geração de Energia Lages. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.

8. BOGO, J.; ANDRADE, C.; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: análise de perfil dos projetos em Santa Catarina. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.
9. TELESFORO, A.C.; BARROS, D.S. Estudo sobre Redução de Emissão CO<sub>2</sub>: Comparativo entre Projetos de Coogeração de Bagaço de Cana e Outras Fontes Alternativas de Energia. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.
10. VENTURA, A.; ANDRADE, C.; ALMEIDA, A.C. Soluções Locais para Problemas Globais: Análise de Possíveis Contribuições das Tecnologias Sociais para a Mitigação do Aquecimento Global. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.
11. ANDRADE, C.; COSTA, A.; FARIAS, L. PASINI, K. Tecnologias mais Limpas e Desenvolvimento Sustentável no Brasil: contribuição de projetos de MDL. **ENGEMA 2010**, São Paulo-SP, 2010.

#### **K) Dissertacoes de Mestrado concluídas (4)**

1. Andréa Cardoso Ventura. **A Ação Contestatória dos Movimentos Sociais Ambientalistas contra Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) na América Latina**. 2009. Dissertação (Máster en Estudios Contemporáneos de América Latina) - Universidad Complutense de Madrid
2. Andrea Cardoso Ventura. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): uma analise da regulacão dos conflitos socioambientais do Projeto Plantar**. 2008. Dissertação (Administração) - Universidade Federal da Bahia
3. Chana Michelli Brum Guillen. **Contribuicoes de Atividades de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ao Desenvolvimento Sustentavel no Brasil**, 2010 (Administração) Universidade Federal do Rio Grande do Sul
4. LUCIANO ANGELO FRANCISCO KAREL NÁPRAVNÍK FILHO. **O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL) E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA**, 2009 (Administração Estratégica) Universidade Salvador

#### **L) Defesa de Tese de doutorado (1)**

1. Antônio Costa Silva Júnior. **PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL): PROMOTORES DE TECNOLOGIAS MAIS LIMPAS NO BRASIL?**, 2011 (Programa de Engenharia Industrial - PEI) Escola Politécnica da UFBA

#### **M) Monografia de Graduacao : concluída (2)**

1. Ana Cristina Telesforo. **A contribuição das Políticas Públicas Ambientais Brasileiras como icentivadora de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) na area de energia no Brasil**. 2008. (Administração). Escola de Administração/UFBA.

#### **N) Monografia de Graduacao : em andamento (1)**

2. Thais Cairo. **A ADESÃO DO BRASIL AO MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL): UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**, 2010. (Negocios Internacionais) Universidade Salvador – UNIFACS.

#### **O) Dissertações de mestrado : em andamento (5)**

1. Annita Andrade. **Logística Reversa em Projetos de MDL**. 2010. Dissertação (Administração) - Universidade Federal da Bahia.

2. Kristian Brito Pasini. **Projetos de MDL em Aterros Sanitários: Contribuições das Tecnologias Ambientais para o Desenvolvimento Sustentável**. 2009. Dissertação (Administração) - Universidade Federal da Bahia

3. Andre Rocha. **O PERFIL DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: UM ESTUDO DOS PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL)**. 2010. Dissertação (Administração) - Universidade Federal da Bahia

4. Eduardo Baltar Leao. **Resposta das Empresas do Rio Grande do Sul à Mudança do Clima**. 2009. (Administração) Universidade Federal do Rio Grande do Sul

5. Ana Cristina Telesforo. **MDL E SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DOS PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA NO ESTADO DO CEARÁ, FINANCIADOS PELO PROINFA**. (Gestao Ambiental) Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

#### **P) Teses de doutorado : em andamento (4)**

1. George Augusto Batista Câmara. **Participação do setor petrolífero brasileiro na Governança Ambiental Global (GAG): influência da implantação e difusão da tecnologia de Armazenamento Geológico de CO2 na posição do Brasil no contexto mundial das mudanças climáticas**.. 2010. Tese (Programa de Engenharia Industrial - PEI) - Escola Politécnica da UFBA.

2. Andréa Cardoso Ventura. **Inovação em Busca do Desenvolvimento Sustentável: contribuições das experiências socioambientais para as proposições da política pública baiana de mudanças climáticas**. 2009. Tese (Administração) - Universidade Federal da Bahia.

3. Janice Mileni Bogo. **Análise da Contribuição de Projetos de Desenvolvimento Limpo para o Desenvolvimento Sustentável em Santa Catarina**. 2008. Tese (Administração) - Universidade Federal da Bahia.

4. Luana Farias. **AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A GESTÃO SOCIOAMBIENTAL ESTRATÉGICA: INICIATIVAS ANUNCIADAS PELAS EMPRESAS BRASILEIRAS PARTICIPANTES DO CARBON DISCLOSURE PROJECT**. 2009. Tese (Administração) - Universidade Federal da Bahia

#### **Q) Workshops Realizados (2)**

1. ANDRADE, C., COSTA, A., TELESFORO, A., NASCIMENTO, F., GUILLEN, M., A, BOGO, J. Utilização dos Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo pelas Empresas Brasileiras. In: ENGEMA 2009, Fortaleza. **Anais do ENGEMA 2009**, 2009.

2. ANDRADE, C., COSTA, A., PASINI, K., FARIAS, L., TELESFORO, A., CAIRO, T., GOES, F., CHARTIER, D. A Utilização dos Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo pelas Empresas Brasileiras. In: XI Colóquio Internacional sobre Poder Local, 2009, Salvador - Bahia. **Anais do XI Colóquio Internacional sobre Poder Local**, 2009.

**R) Participação em Congressos e Demais Eventos Científicos (22)**

1. ANDRADE, C; Apresentação Oral no(a) **European Academy of Management - EURAM**, Roma, 2010.

2. ANDRADE, C; Apresentação Oral no(a) **Sixteen Annual International Sustainable Development Research Conference**, Hong Kong, 2010.

3. ANDRADE, C; COSTA, A. Apresentação Oral no(a) **Enanpad**, Rio de Janeiro, 2010.

4. SILVA JUNIOR, A. C. Apresentação Oral no(a) **VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, Campina Grande – Paraíba, 2010.

5. CAMARA, G., Apresentação Oral no(a) **CNEG 2010**, Rio de Janeiro, 2010.

6. FARIAS, L. Apresentação Oral no(a) **II Conferencia Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regioes Semiaridas**, Fortaleza, 2010.

7. VENTURA, A. C., Apresentação Oral no(a) **II Conferencia Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regioes Semiaridas**, Fortaleza, 2010.

8. ANDRADE, C., Apresentação Oral no(a) **V Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, Rio de Janeiro, 2009..

9. ANDRADE, C. Apresentação Oral no(a) **8th World Congress of Chemical Engineering**, Montreal, 2009.

10. ANDRADE, C. Apresentação Oral no(a) **2nd International Workshop Advances in Cleaner Production**, São Paulo, 2009.

11. VENTURA, A. C., Apresentação Oral no(a) **XI Colóquio Internacional sobre Poder Local**, Salvador – Bahia, 2009.

12. SILVA JUNIOR, A. C., ANDRADE, J. C. S., Apresentação Oral no(a) **ENGEMA 2009**, Fortaleza, 2009..

13. RAMOS, A. S. Apresentação Oral no(a) **XVI Congresso Brasileiro de Custos**, Fortaleza, 2009.

14. VENTURA, A. C., ANDRADE, J. C. S. A; Apresentação Oral no(a) **X ENGEMA 2008 - Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, Porto Alegre - RS, 2008.

15. GUILLEN, C. M. B.; NASCIMENTO, L.F. Apresentação Oral no(a) **X ENGEMA 2008** - Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente, Porto Alegre - RS, 2008.
16. BOGO, J; Apresentação Oral no(a) **ENGEMA 2009**, Fortaleza, 2009.
17. TELESFORO, A.C; Apresentação Oral no(a) **ENGEMA 2009**, Fortaleza, 2009.
18. FARIAS, L. Apresentação Oral no(a) **ENANPAD 2010**, Rio de Janeiro - RJ, 2010.
19. PASINI, K. Apresentação Oral no(a) **ENANPAD 2010**, Rio de Janeiro - RJ, 2010.
20. ROCHA, P. S., Apresentação Oral no(a) **II Simpósio de Gestão Ambiental e Mudanças Climáticas**, Curitiba-PR, 2009.
21. SILVA JUNIOR, A. C., Apresentação Oral no(a) **I Simpósio de Gestão Ambiental e Mudanças Climáticas**, Curitiba-PR, 2009.
22. GUILLEN, C.M.B; Apresentação Oral no(a) **I Simpósio de Gestão Ambiental e Mudanças Climáticas**, Curitiba-PR, 2009.

#### S) Contabilidade Geral da Produção Científica

<b>Produção Científica</b>	<b>Quantidade</b>
Artigos Completos Publicados em Periódicos Nacionais	7
Artigo Técnico Publicado em Relatório Institucional Internacional	1
Artigos Aceitos para Publicação em Periódico Internacional	2
Artigos Aceitos para Publicação em Periódico Internacional - Pelo	2
Capítulos de Livros Publicados	2
Capítulos de Livros - Prelo	1
Trabalhos Completos Publicados em Anais de Eventos Internacionais	13
Trabalhos Completos Publicados em Anais de Eventos Nacionais	16
Trabalhos Publicados em Anais de Eventos Nacionais - Resumo Expandido	5
Trabalhos Aceitos para Participação em Anais de Eventos Nacionais - Resumo	11
Dissertações de Mestrado Concluídas	4
Exame de Qualificação de Doutorado	1
Monografia de Graduação Concluída	2
Dissertação de Mestrado em Andamento	5
Teses de Doutorado em Andamento	4
Wokshops Realizados	2
Participação em Congressos e Demais Eventos Científicos	22