

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO (SEPLAG)
INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE)

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Nº 41

Potencial do Mercado de Crédito de Carbono no Ceará

Elaboração

Carla Domingues Alcântara¹
Daniel A. F. Lopes¹
Klinger Aragão Magalhães¹
Marcelo Ponte Barbosa²
Rogério Barbosa Soares³

Fortaleza-CE
Dezembro/2007

1 Analista de Políticas Públicas do IPECE.

2 Diretor de Estudos Econômicos do IPECE

3 Técnico em Contas Regionais.

Textos para Discussão do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Cid Ferreira Gomes - Governador

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO (SEPLAG)

Silvana Maria Parente Neiva Santos - Secretária

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE)

Marcos Costa Holanda – Diretor-Geral

Marcelo Ponte Barbosa – Diretor de Estudos Econômicos

Eveline Barbosa Silva Carvalho – Diretora de Estudos Sociais

A Série Textos para Discussão do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), tem como objetivo a divulgação de trabalhos elaborados pelos servidores do órgão, que possam contribuir para a discussão de diversos temas de interesse do Estado do Ceará.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)

End.: Centro Administrativo do Estado Governador Virgílio Távora

Av.: General Afonso Albuquerque Lima, S/N

Ed.:SEPLAN - 2º andar

60839-900 – Fortaleza-CE

Telefones: (85) 3101-3521 / 3101-3496

Fax: (85) 3101-3500

www.ipece.ce.gov.br

ipece@ipece.ce.gov.br



Excluído: INSTITUTO DE
PESQUISA E ESTRATÉGIA
ECONÔMICA DO CEARÁ

1. Introdução

Nos últimos anos, a humanidade vem sendo alertada sobre uma séria ameaça ambiental, o efeito estufa. A principal causa desse fenômeno tem sido atribuída ao aumento de determinados gases na atmosfera terrestre, os chamados Gases de Efeito Estufa (GEEs). Segundo Apps et al. (1999), as principais fontes antropogênicas desses gases estão associadas às mudanças de uso da terra, à queima de combustíveis fósseis e às atividades industriais.

Buscando estabelecer medidas para redução da emissão GEEs, a Organização das Nações Unidas propôs em 1992 a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, a qual resultou em um compromisso voluntário dos países desenvolvidos em reduzir suas emissões. Entretanto, definições de metas e critérios para redução só foram estabelecidos com a ratificação do Protocolo de Kyoto. Esse Protocolo prevê a utilização de alguns mecanismos de flexibilização que visam facilitar a redução de emissões, dentre eles o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O MDL originou-se de uma proposta da delegação brasileira durante uma das Conferências das Partes (COP). Este mecanismo permite aos países desenvolvidos compensarem suas emissões por meio de financiamento a projetos sediados nos países em desenvolvimento. Basicamente, duas linhas de projetos são consideradas elegíveis ao MDL: (i) a redução de emissão de GEEs e (ii) o resgate e fixação de carbono, este último se dando através de atividades de florestamento e reflorestamento, denominados projetos de "seqüestro" de carbono. Uma vez comprovada a efetiva redução da emissão de GEE ou o resgate de carbono da atmosfera, através de um projeto de MDL, o país hospedeiro do projeto poderá auferir certificados de redução, denominados Certificados de Emissões Reduzidas (CERs), mais conhecidos como "Créditos de Carbono". Esses certificados poderão ser negociados em mercados específicos e utilizados pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprimento das metas de redução de emissões.

O MDL é o único mecanismo de flexibilização, estabelecido pelo Protocolo de Kyoto, que permite a participação dos países em desenvolvimento na negociação de créditos de carbono. Nesse contexto, o Brasil vem se destacando como o terceiro país em número de projetos propostos via MDL (238 projetos) e em volume de reduções de emissões (27.348 ktCO₂/ano). Quanto ao tipo de atividade dos projetos, 11% estão relacionados a aterros

sanitários (resíduos sólidos), 16% à suinocultura e 60% a projetos de geração de energia, hidrelétrica e eólica, ressaltando-se a inexistência de projetos de reflorestamento. Apesar do número de projetos propostos, o Brasil explora muito pouco do seu potencial de geração de CERs. A dificuldade na implantação deste tipo de projeto pode ser atribuída ao pouco conhecimento das questões metodológicas para determinação da linha de base e aos riscos associados a esta atividade.

Assim, a partir deste estudo pretende-se descrever as etapas do processo de um projeto de MDL para emissão de CERs e fazer uma análise dos potenciais projetos de MDL que podem ser instalados no Ceará relacionados a três atividades. Para tanto, realizou-se um apanhado de projetos de MDL que se encontravam nas diferentes fases do processo até agosto de 2007 no Brasil. Esses projetos foram analisados quanto aos seguintes aspectos: tipo de atividade de projeto, quantidade de emissão evitada ou reduzida, potencial de geração de crédito e oferta de energia à rede de distribuição. Foram utilizados dados secundários, obtidos em Fenhann (2006), consultas bibliográficas e consultas à página eletrônica da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima e do Ministério da Ciência e Tecnologia.

2. Etapas para obtenção de CERs de um projeto de MDL

Uma das principais razões para a não implantação de projetos de MDL pode ser atribuída ao desconhecimento da viabilidade econômica e das questões metodológicas associadas a esta atividade. Assim, apresentam-se de maneira sucinta os passos necessários para a aprovação dos referidos projetos.

2.1. Elaboração do Documento de Concepção do Projeto

A primeira etapa para obtenção de CERs, através de um projeto de MDL, é a identificação de atividades que se adequam às regras estabelecidas pelo Protocolo de Kyoto e a elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP). Dentre as regras, os projetos de MDL deverão oferecer benefícios no longo prazo, reais e mensuráveis para os propósitos de mitigação da mudança do clima e redução do efeito estufa; e promover uma redução de emissão que seja adicional no caso da inexistência do projeto (CEBDS, 2002).

O DCP deve contemplar, além das informações sobre a descrição geral do projeto, a metodologia da linha de base, a duração do projeto, o período de creditação e a metodologia que será utilizada para o cálculo da redução de emissões de GEEs e das fugas. Deve, ainda, conter um plano de monitoramento com a justificativa para a adicionalidade da atividade de projeto, o relatório de impactos ambientais, alguns comentários dos atores envolvidos e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento. Essa primeira etapa é de responsabilidade dos participantes do projeto.

2.2. Validação e Aprovação

O processo de validação de um projeto de MDL é realizado por uma instituição credenciada pela Junta Executiva de MDL, denominada Entidade Operacional Designada (EOD). A EOD irá avaliar e validar a atividade de projeto proposta, quanto à capacidade institucional dos empreendedores, às evidências que fundamentam os cálculos dos fluxos de carbono e às metodologias de linha de base e monitoramento.

O processo de aprovação é realizado pela Autoridade Nacional Designada (AND) das partes envolvidas. A AND das partes envolvidas deverá confirmar a participação voluntária dos participantes e a AND do país hospedeiro do projeto deverá atestar que aquela atividade

contribui para o desenvolvimento sustentável do país. No Brasil, a AND é formada por integrantes da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima.

Após a validação da atividade de projeto pela EOD e a aprovação pela AND dos países envolvidos, a EOD deverá solicitar o registro do projeto ao Conselho Executivo, mediante a entrega do relatório de validação e da documentação do projeto.

2.3. Registro

O registro é a aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto de MDL, baseado no relatório de validação da EOD. A etapa de registro é pré-requisito para as etapas de monitoramento, verificação/certificação e emissão dos CERs.

2.4. Monitoramento

Após entrarem na fase de implementação, os projetos de MDL devem manter sistemas de monitoramento, de forma a demonstrar que estão gerando as reduções de emissão especificadas no DCP. A implementação do plano de monitoramento registrado é uma condição para que ocorra a verificação/certificação e a emissão dos CERs. Portanto, os participantes do projeto devem encaminhar à EOD um relatório de acordo com o plano de monitoramento registrado. A EOD é responsável por verificar se a metodologia e o plano de monitoramento foram implantados corretamente.

2.5. Verificação e Certificação

Durante a implementação de um projeto de MDL, uma EOD deverá verificar e certificar a efetiva redução das emissões de GEEs do projeto. Com base no relatório de verificação a EOD deverá certificar, por escrito, que foram constatadas as reduções de GEEs durante o período de tempo especificado. Após completar o processo de certificação a EOD deverá comunicar, por escrito, aos participantes do projeto, e ao Conselho Executivo, sua decisão de certificar o projeto, e disponibilizar publicamente o relatório de certificação. Este relatório constitui a solicitação para que o Conselho Executivo emita os CERs equivalentes às reduções obtidas no projeto.

2.6. Emissão de Certificados de Emissões Reduzidas

Os CERs serão emitidos pelo Conselho Executivo e creditados aos participantes do projeto após a disponibilização do relatório de certificação pela EOD. A emissão final dos CERs deverá ocorrer quinze dias após a solicitação, a menos que uma das partes envolvidas no projeto, ou no mínimo um quarto dos membros do Conselho Executivo, requisitem uma revisão.

2.7 Comercialização dos Certificados de Emissões Reduzidas

O processo de comercialização é realizado tanto no mercado à vista, através das Bolsas internacionais localizadas na Europa e Estados Unidos, como no mercado de balcão, onde as partes interessadas negociam a comercialização sem intermediação da Bolsa. A demanda pelos CER's tem origem em empresas de países que se comprometeram a reduzir suas emissões de dióxido de carbono na atmosfera. A precificação destes créditos se dá pela necessidade de aumentar ou não os esforços para redução.

3. Geração de Créditos de Carbono a Partir do Potencial Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos

O aquecimento global está relacionado à concentração de determinados gases na atmosfera, dentre os quais o metano (CH_4), que mesmo não sendo o maior responsável tem efeito 21 vezes maior para o aquecimento global que o dióxido de carbono.

Segundo Henriques (2004), as emissões de metano originadas por atividades humanas representam mais da metade do total das emissões atuais, advindas da queima de combustíveis fósseis, atividades agropecuárias e aterros sanitários. Holdren (1990), citado por CEPEA e ESALQ (2004), afirma que os gases formados na decomposição da matéria orgânica nos aterros, que têm o metano como principal componente, são responsáveis por 12% das emissões antrópicas desse gás.

O aproveitamento do metano gerado na decomposição da matéria orgânica dos resíduos dispostos nos aterros atende dois propósitos, um ambiental e outro econômico. Ambientalmente, a queima de metano libera dióxido de carbono, que apresenta um menor potencial de aquecimento global. Economicamente, como subproduto do controle de emissão de metano dos aterros sanitários, pode-se gerar energia, contribuindo para minorar as ameaças de crises energéticas que limitam o desenvolvimento do País.

Deve-se considerar ainda, que, a partir do crescimento das regiões metropolitanas, o problema de armazenamento dos resíduos sólidos tende a ser agravado com o crescente aumento do consumo, concentração populacional e esgotamento das áreas destinadas a estes resíduos. O ritmo de crescimento das regiões metropolitanas mostra Fortaleza como uma das metrópoles que mais cresceu nos últimos anos, tendo, assim, elevado potencial para aproveitamento dos resíduos sólido e urgência no tratamento dessa questão. No entanto, também é importante ressaltar que o gerenciamento desses resíduos das áreas não-metropolitanas também não deve ser alijado, em razão do potencial apresentado ou necessidade das mesmas.

Dessa forma, a disposição e aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos permeiam questões econômicas, sociais e ambientais, tais como geração de divisas, viabilização financeira dos aterros, aumento da vida útil dos aterros, principalmente quando se adota a coleta seletiva, atração de investimentos com geração de postos de trabalho, incremento na produção de energia, aumento na arrecadação de impostos, preservação dos recursos hídricos, menor produção de chorume, redução de odores, promoção de melhoria na saúde pública,

redução da contaminação do solo e, finalmente, contribuição para o controle da emissão dos gases de efeito estufa.

Por fim, percebem-se ganhos econômicos das seguintes formas: o incremento na oferta de energia na rede local permite o abastecimento das unidades de produção e área próxima, como também a comercialização do excedente, que à medida que substitui fontes não renováveis de energia aumenta sua importância; e, ao mesmo tempo, permite gerar reduções certificadas de emissão de carbono, que podem ser comercializadas em um mercado institucionalizado e crescente.

3.1. Aproveitamento do Gás dos Aterros

O aproveitamento dos gases dos aterros se dá pela geração de energia ou pela simples queima direta do metano, sem geração de energia, com a finalidade única de gerar créditos de carbono, ou numa combinação dessas, onde a queima de metano gera energia e créditos de carbono. Isso faz as configurações dos projetos terem diferentes formatos, em que as tecnologias vão diferir pelo aproveitamento ou não da energia gerada pela queima.

A produção de energia a partir dos gases dos aterros deve ser considerada muito mais em razão da possibilidade de oferta de energia que a geração de créditos de carbono, em razão do alto custo de implantação dos equipamentos para geração de energia em detrimento do incremento de créditos de carbono gerados.

As alternativas de aproveitamento dos aterros são as seguintes:

- 1) Geração de créditos pela emissão evitada de carbono através da simples queima do metano;
- 2) Geração de créditos pela emissão evitada de carbono, com geração de energia;
- 3) Geração de créditos pela emissão evitada de carbono na geração de energia e pela substituição de fontes de energia poluentes.

As rotas energéticas dos resíduos sólidos urbanos incluem a utilização do poder calorífico do próprio material, pelos processos de queima direta e gaseificação; a utilização do poder calorífico do biogás, e, ainda, a produção de um combustível sólido a partir dos resíduos orgânicos, a celulignina, o qual pode ser queimado em caldeira e mover uma turbina a vapor e/ou em combustor externo para mover turbina a gás.

O aproveitamento do poder calorífico do biogás, pela utilização do gás de lixo, é o método mais simples e adotado mundialmente, apresentando como vantagens a redução da emissão de metano, baixo custo para o descarte do lixo e a geração de energia ou combustível doméstico. Como principais desvantagens esse aproveitamento apresenta: baixa recuperação do gás produzido, em torno de 50%; alto custo para atualização da planta e inviabilidade para utilização do gás em lugares remotos.

3.2.1. Tecnologia de Captura e Queima de Metano para Geração de Créditos de Carbono

A tecnologia usada para coletar o biogás consiste em uma rede de valas e poços dentro do aterro sanitário, interligada a um sistema de sopradores centralizado para induzir vácuo. Na coleta do gás o componente de metano é queimado em uma unidade de queima (*flare*), estado da arte de alta eficiência, transformando-se em dióxido de carbono que apresenta reduzido potencial de aquecimento global.

O gás é extraído através de poços verticais implantados no material de resíduos e interligados ao sistema de sopradores através de uma rede de tubulações subterrâneas. Os poços de extração são interligados ao subcoletor ou diretamente ao coletor através de tubulações laterais de menor diâmetro. Conforme o soprador é operado, o vácuo é aplicado através da rede de tubulações que, por sua vez, aplica vácuo a cada poço, extraindo o gás dos resíduos – LFG (*landfill gas*).

A vazão de gás pode ser controlada em cada um dos poços verticais de extração através de uma válvula localizada na parte superior da tubulação do poço, que garante a eficiente instalação e balanceamento do sistema de coleta. O sistema é monitorado e controlado manualmente e cada “cabeça” de poço é equipada com uma câmara de monitoramento segura, com portas para leitura da composição, pressão e temperatura do gás.

As valas horizontais de coleta são instaladas através de escavação do resíduo e o tubo de coleta no interior da vala perfurado para que o vácuo possa ser aplicado e o gás retirado do aterro sanitário. Os controles de cada vala ficam localizados em uma câmara de válvula que inclui uma câmara de monitoramento segura com portas para obtenção das leituras da composição, pressão e temperatura do gás.

Utiliza-se tubulação não perfurada para transportar o gás dos poços de extração e das valas horizontais de coleta para a planta de controle de gás. A tubulação de coleta de gás é constituída por um coletor perimétrico, subcoletores e tubulações laterais.

Na planta de controle de gás, o sistema de sopradores é equipado de forma a permitir tempos normais de paralisação para manutenção e a fornecer *backup* no caso de falha de um componente. O sistema de sopradores exerce vácuo através do sistema de tubulações para o sistema de poços verticais e valas horizontais. O gás extraído é enviado para uma unidade de queima (*flare*) anexada, estado da arte de alta eficiência, onde o componente de metano do gás de aterro sanitário extraído é destruído.

A queima por flare é uma tecnologia comprovada para a combustão de gás de aterro sanitário e tem demonstrado ser confiável e ambientalmente segura. A eficiência de destruição padrão da indústria para unidades de queima anexadas fica acima de 99,99% para hidrocarbonetos.

O tempo de retenção do gás no interior da unidade de queima (*flare*) anexada é de 0,5 segundo a uma temperatura de 875° C.

Para reduzir a infiltração de água e o acúmulo de chorume no aterro é instalada uma cobertura em geomembrana em algumas áreas do aterro. Junto a isso deve ser implementado um programa de controle de qualidade durante as atividades de construção para garantir a alta performance da geomembrana.

FIGURA 1 - Esquema de um aterro sanitário com um sistema de recuperação de gás ativo

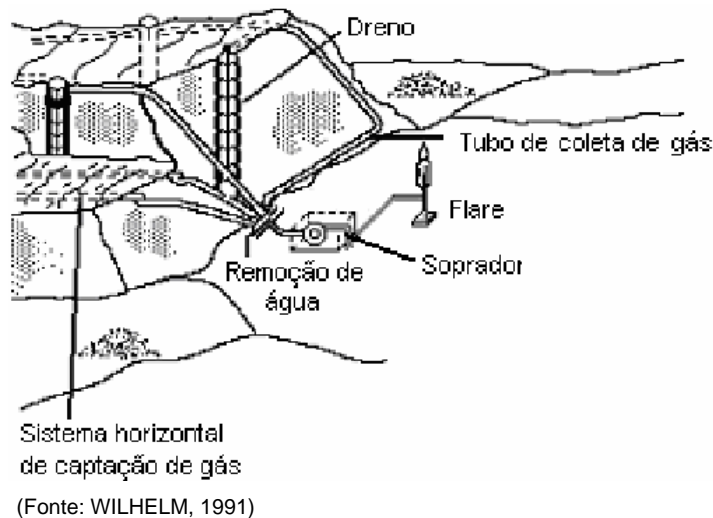


FIGURA 2 - Detalhe de um Flare Enclausurado, Flare Enclausurado instalado



(Fonte: John Zink,);



(Fonte:John Zink)

3.2.2. Tecnologia de aproveitamento do biogás para geração de energia

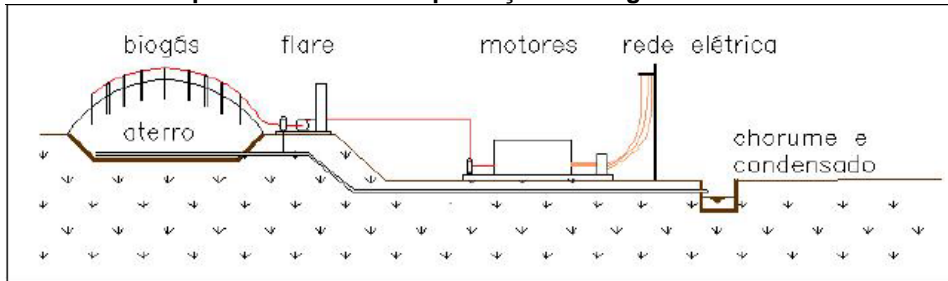
A escolha da tecnologia depende de alguns fatores como a quantidade de biogás disponível, sistema de coleta e qualidade do biogás, preço da eletricidade, demanda de energia e questões ambientais. Segundo a Agência de Proteção do Ambiente dos Estados Unidos - EPA, a viabilidade dos projetos de aproveitamento energético dos aterros sanitários requer estoque de resíduos acima de um milhão de toneladas, ocorrendo geração por vários anos com variações em função de vários fatores conjuntos como a composição e quantidade de lixo, umidade, pH, idade e atividade do aterro.

Além disso, as condições técnicas, econômicas e ambientais específicas determinam a estrutura de cada planta, independente da tecnologia adotada, considerando o aterro como "célula viva", na qual ocorre variação da produção de gás durante sua vida útil e, conseqüentemente, podendo ser redimensionado.

De uma maneira geral a configuração completa dessas plantas apresenta seções de aspiração, compressão, tratamento, mistura de combustível, combustão, geração de energia

elétrica, subestação de interconexão e equipamentos auxiliares. A operação conjunta dessas seções representa os processos de aspiração do biogás para acelerar o fluxo, compressão para viabilizar a limpeza do gás e sua combustão completa, criando movimento para o gerador de energia elétrica.

FIGURA 3 - Esquema ilustrativo da produção de biogás de aterro.



Fonte: CEPEA & ESALQ

3.3. Métodos para estimativa de geração de biogás

A geração de gás pode ser calculada de diversas formas, dentre elas a utilizada pela EPA que tem sido amplamente adotado em diversos países. Por esse método vários dados do aterro são inseridos no programa, gerando a curva de produção de metano ao longo do tempo. A representação desse modelo é dada pela expressão:

$$LFG = L_0 R (e^{-kc} - e^{-kt})$$

Onde:

LFG = quantidade total de gás gerado durante um ano, em m³ (metro cúbico);

L₀ = Potencial total de geração de metano em peso (Kg) de lixo;

R = Variação média anual aceita durante a vida útil;

k = velocidade de degradação do lixo (l/ano);

t = Tempo que o aterro está aberto (anos);

c = Tempo desde que o aterro foi fechado (anos).

Este método é aplicado pela utilização do *software* Landgem (*Lanfill Gas Emission Model*) que quantifica e prevê variações na geração de gases dos aterros, e foi desenvolvido pela USEPA.

A submissão de projetos junto aos organismos nacionais e internacionais é feita através do Documento de Concepção de Projeto – DCP, o qual define a metodologia a ser utilizada no cálculo de reduções de emissões. As metodologias aprovadas pelo Conselho Executivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQUNMC, determinam as formas de cálculo das emissões e são utilizadas de acordo com a aplicabilidade para cada projeto.

Considerou-se para esse levantamento os projetos que utilizaram a metodologia consolidada aprovada de linha de base ACM0001. Esta metodologia se aplica às atividades de projetos de captação de gás de aterro (LFG) em que o cenário da linha de base é a emissão parcial ou total do gás para a atmosfera e as atividades do projeto compreendem situações como:

- a) O gás captado é queimado; ou
- b) O gás captado é usado para produzir energia (por exemplo, eletricidade/energia térmica), mas não se reivindica nenhuma redução de emissões por se deslocar ou evitar o uso de energia de outras fontes; ou
- c) O gás captado é usado para produzir energia (por exemplo, eletricidade/energia térmica) e reduções de emissões são reivindicadas por se deslocar ou evitar a geração de energia a partir de outras fontes.

Para se estimar o potencial de reduções de emissões de dióxido de carbono nos aterros sanitários do Ceará, fez-se um levantamento dos projetos de MDL existentes no Brasil para gás de aterro, a partir dos quais definiu-se uma equivalência de toneladas de resíduos depositados e em estoque e a quantidade de créditos de carbonos gerados.

3.4. Potencial de Geração de Créditos de Carbono a Partir de Aterros Sanitários no Ceará

Segundo a Secretaria das Cidades, do Governo do Estado do Ceará existem nove aterros no Estado, sendo quatro sanitários e cinco controlados, os quais estão distribuídos conforme a tabela 1.

Apesar do reduzido número de aterros sanitários, pode-se afirmar que a maior parte dos resíduos sólidos produzidos no Estado é destinada a este tipo de reservatório, visto que eles atendem a Região Metropolitana de Fortaleza, que concentra a maior parte da população do Estado e a maior quantidade de resíduos gerada.

Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2006), no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2004, o volume médio per capita de massa coletada de resíduos sólidos urbanos é de 0,76 Kg/habitante urbano/dia incluindo os resíduos públicos, e de 0,61 Kg/habitante atendido/dia, para resíduos exclusivamente domiciliares. No Ceará a massa per capita média de resíduos sólidos urbanos coletada é de 0,83 Kg/habitante/dia, considerando apenas a população urbana dos municípios incluídos na pesquisa.

TABELA 1 - Aterros Sanitários no Estado do Ceará

Município sede	Municípios atendidos	Área total (há)	Tipo	Início da operação	Propriedade	Situação
Caucaia	Fortaleza Caucaia	123,00	Sanitário	Para Caucaia-03/91 Para Fortaleza-05/97	ESTADO	Em operação
Maracanaú	Maracanaú Maranguape	89,20	Sanitário	ago/97	ESTADO	Em operação
Aquiraz	Aquiraz Euzébio	29,00	Sanitário	ago/97	ESTADO	Em operação
Jaguariçara	Jaguariçara	16,00	Sanitário	2000	ESTADO	Em operação
Sobral	Sobral	5,00	Controlado	2000	MUNICÍPIO	Em operação
Quixadá	Quixadá	21,00	Controlado	2004	MUNICÍPIO	Em operação
Pacatuba	Itaitinga	26,00	Controlado	out/03	MUNICÍPIO	Em operação
Itapajé	Itapajé	7,00	Controlado	2005	MUNICÍPIO	Em operação
Horizonte	Horizonte		Controlado	2007	MUNICÍPIO	Em operação

Fonte: Secretaria das Cidades

A tabela seguinte apresenta dados sobre o estoque de lixo nos aterros e a quantidade de lixo depositado no último ano, sendo que as informações para os aterros de Caucaia, Maracanaú e Aquiraz foram informadas e dos demais são estimadas.

TABELA 2: Estoque e fluxo de resíduos sólidos depositados nos aterros

Aterro	Resíduos dispostos (toneladas)	Resíduo depositado anual (tonelada)
Caucaia	10.173.214,23	1190136
Maracanaú	607.804,47	97101,24
Aquiraz	318.677,77	68766,24
Jaguaribara ¹	6.432,84	1.072,14
Sobral ¹	244.495,19	40.749,20
Quixadá ¹	42.614,16	14.204,72
Pacatuba	56.988,53	14.247,13
Itapajé ¹	18.216,00	8.318,70
Horizonte ¹	-	8.519,56

Fonte: Secretaria das Cidades

¹ Estimativa

Considerando as quantidades em estoque e os depósitos anuais de resíduos estimados, o potencial para geração de créditos de carbono apresenta um cenário bastante atrativo economicamente, sem contabilizar ainda a geração de energia e os benefícios ambientais (Tabela 3).

Os valores estimados para geração de créditos de carbono somam um montante de R\$ 182,3 milhões no período de sete anos de projeto, referente à primeira etapa, tendo capacidade de alcançar cifras bem maiores se considerarmos as possíveis renovações para alguns aterros, dado que a geração está positivamente relacionada ao estoque de lixo existente e negativamente à idade do resíduo em estoque. Dessa forma, nos primeiros anos ocorrem incrementos anuais elevados na geração de gás, e conseqüentemente na geração de créditos de carbono, seguidos de aumentos cada vez menores até iniciar a redução da emissão de gás.

A seguir faz-se uma análise dos aterros sanitários do Ceará quanto ao potencial de geração de créditos de carbono.

Caucaia

Considerou-se um projeto com duração de sete anos, sendo que este pode ser renovado por até dois períodos de igual duração. Este aterro nas condições atuais tem capacidade para receber resíduos até 2012. Dessa forma, o aterro de Caucaia nos sete anos de projeto de redução de emissão de dióxido de carbono poderia obter R\$ 155 milhões com a comercialização dos créditos gerados, sem contabilizar a energia gerada.

Maracanaú

Considerou-se um projeto com duração de sete anos, sendo que este pode ser renovado por até dois períodos de igual duração. O aterro de Maracanaú possui uma taxa utilização muito baixa devendo ter vida útil ainda bastante longa. Dessa forma, os sete anos do projeto de MDL, correspondentes à primeira etapa de projeto, poderia gerar R\$ 11,3 milhões com a comercialização dos créditos gerados, sem contabilizar a energia gerada.

Aquiraz

As condições do aterro de Aquiraz mostram que, se considerarmos o potencial indicado no projeto inicial do aterro, este já estaria com sua ocupação em mais de cem por cento, no entanto, observa-se que o aterro ainda possui capacidade para operar por mais dez anos, pelo menos. Isso aponta para a possibilidade de renovações no caso de implantação de projeto de MDL. Assim, no aterro de Aquiraz estima-se que a venda de créditos de carbono nos sete anos de projeto possa render R\$ 6,8 milhões, sem contabilizar a energia gerada.

TABELA 3 – Estimativas de reduções de carbono nos aterros da Região Metropolitana de Fortaleza

Aterro	Duração Inicial do Projeto (Anos)	Reduções Evitadas de Carbono (tCO₂e)	Créditos Gerados na Primeira Etapa (R\$ milhões)
Caucaia	7	3.900.000	155
Maracanaú	7	288.000	11
Aquiraz	7	175.000	6

Elaboração: IPECE

Demais aterros

Devido à indisponibilidade de informações, os valores em estoque e a deposição anual para os demais aterros do Ceará foram estimados. Devido ao volume de resíduo depositado e, conseqüentemente, de gás gerado, recomenda-se que a geração de energia seja objeto de estudo de viabilidade.

Considerou-se para esta estimativa um projeto com a primeira etapa de sete anos, nota-se que possíveis ganhos com geração de energia não foram contabilizados.

O montante gerado por esses aterros com a comercialização de créditos de carbono é estimado em R\$ 7,2 milhões.

TABELA 4 – Estimativas de Reduções de Emissões de Carbono pelos Aterros do Ceará, exceto da Região Metropolitana de Fortaleza.

Aterro	Duração Inicial do Projeto (Anos)	Reduções Evitadas de Carbono (tCO ₂ e)	Créditos Gerados na Primeira Etapa (R\$ milhões)
Jaguaribara	7	7.000	0,2
Sobral	7	115.000	4,0
Quixadá	7	38.000	1,0
Pacatuba	7	32.000	1,0
Itapajé	7	15.000	0,6
Horizonte	7	10.000	0,4

Elaboração: IPECE

Finalmente, a soma total do potencial de geração de créditos de carbono para os aterros sanitários do Ceará é estimado em R\$ 179,2 milhões no primeiro período de projeto, sete anos, podendo, em alguns casos, ser renovado por dois períodos iguais e consecutivos.

4. Geração de Créditos de Carbono a partir de Dejetos de Suinocultura

Segundo Lima (2007), o setor agropecuário tem um enorme potencial de contribuição no controle das mudanças climáticas. Hoje ele é globalmente responsável por 20% da emissão de gases do efeito estufa.

Dentre as principais atividades de projeto para redução da emissão de carbono relacionadas à agropecuária estão a utilização do bagaço de cana de açúcar, casca de arroz, resíduos de madeira e resíduos de animais, particularmente, de dejetos de suínos com maior potencial.

Segundo o Protocolo de Kyoto, o Brasil está qualificado para receber projetos de reflorestamento, aproveitamento de resíduos de madeira e casca de arroz para a geração de energia com a utilização de biomassa, e aproveitamento de resíduos de animais.

Observa-se que esses projetos enquadram-se tanto na categoria de projetos de pequena, quanto de grande escala, e estão sendo desenvolvidos, em sua maioria, na região sudeste do País, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

A principal característica destes projetos é o fato de contemplarem diferentes propriedades numa mesma proposta de MDL, podendo envolver vários estados ou regiões do País. Em geral, observa-se que os projetos têm sido desenvolvidos em maior número na região Sudeste, seguida pelas regiões Sul e Nordeste.

Embora já tenham sido aprovadas metodologias de linha de base e monitoramento para atividades de projeto de florestamento e reflorestamento, e de briquetes feitos a partir da compactação de resíduos ligno-celulósicos, tais como: galhos e casca de árvores, serragem, pó de lixa, maravalhas, casca de arroz, palha e sabugo de milho, etc., os projetos desta natureza ainda são pouco explorados no Brasil, e principalmente na região Nordeste.

Para estes projetos existem incertezas quanto à durabilidade, pois há riscos de oferta de matéria-prima. É alegado, por exemplo, que os projetos de bricagem da casca de arroz, não oferecem segurança quanto a durabilidade, pois a cultura do arroz está sujeita à substituição por outro tipo de ocupação do solo que não demande grandes quantidades de água.

Já no caso dos dejetos da bovinocultura e caprinocultura, apesar do potencial aparente para o mercado de crédito de carbono, estes ainda não possuem uma metodologia de mecanismo de desenvolvimento limpo aprovado pela United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC.

Portanto, é importante o empenho na comprovação do potencial que as atividades agropecuárias possuem na redução de emissão de carbono e aprovação das respectivas

metodologias, pois estes projetos além de ambientalmente corretos podem proporcionar renda e ganhos sociais significativos para o produtor.

4.1 Suinocultura

No Brasil cerca de 81,7% dos suínos são criados em unidades de até 100 hectares. Essa atividade se encontra presente em 46,5% das 5,8 milhões de propriedades existentes no País, empregando mão-de-obra tipicamente familiar e constituindo um importante instrumento de fixação do homem no campo, proporcionando-lhe emprego e renda.

No entanto, apesar de sua importância econômica e social, a suinocultura é considerada pelos órgãos ambientais como uma "atividade potencialmente causadora de degradação ambiental", sendo enquadrada como de grande potencial poluidor dos mananciais de água, especialmente quando os resíduos não são devidamente tratados.

Dessa forma, a poluição do ambiente é um dos maiores desafios à manutenção e expansão da suinocultura nos centros produtores. No Estado do Ceará a suinocultura representa o terceiro maior rebanho de animais, com 1.089 mil cabeças, em 2005 (IBGE, 2007), o qual tem produção estimada em torno de 3.528 mil m³ de dejetos por ano, levando em conta que um suíno adulto produz em média 0,27 m³ de dejetos líquidos por mês (KONZEN, 1983).

TABELA 5– Produção diária de efluentes por tipo de suínos.

Etapa	Kg de adubo/dia	Kg de adubo/dia e urina/dia	Litros de volume/dia	m ³ de volume/animal/mês
25-100 kg	2,3	4,9	7,0	0,25
Porcas em gestação	3,6	11,0	16,0	0,48
Porcas em amamentação	6,4	18,0	27,0	0,81
Javali	3,0	6,0	9,0	0,28
Leitão	0,35	0,95	1,4	0,05
Média	2,35	5,8	8,6	0,27

Fonte: Konzen, 1983.

Assim, a manipulação apropriada desta grande quantidade de dejetos de animais confinados – OAAC, constitui um fator crítico para a proteção da saúde humana e do ambiente, no tocante às práticas empregadas pelos fazendeiros, o projeto, a localização e o gerenciamento de operações pecuárias.

Com a vigência do Protocolo de Kyoto, a partir de fevereiro de 2005, a suinocultura encontrou um maior incentivo para a adoção de métodos que reduzam as emissões de Gases de Efeito Estufa e, conseqüentemente, seu impacto para as mudanças climáticas.

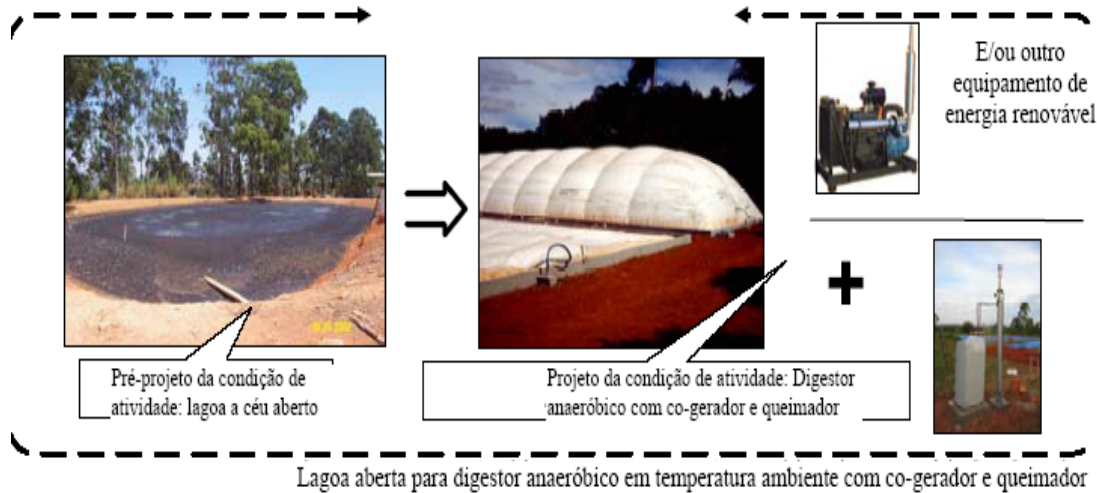
No caso dos resíduos orgânicos produzidos na suinocultura, estes estão sendo aproveitados por meio de biodigestores, tecnologia existente desde o início do século XX para a produção de energia e agora, com o mercado de crédito de carbono, como fonte de renda para os produtores.

4.2 Biodigestor

O processo de biodigestão consiste na deposição da biomassa de origem animal, neste caso o esterco dos suínos, em um ambiente totalmente fechado, que por meio da digestão e fermentação por bactérias anaeróbias liberando gás metano (CH₄).

O biodigestor é composto pela câmara de digestão e pelo gasômetro. Os mais simples possuem um único estágio, alimentação contínua e sem agitação. O tempo de retenção dos dejetos no interior do biodigestor depende da capacidade das bactérias em degradar a matéria orgânica.

FIGURA 4 – Fluxograma do funcionamento de um biodigestor.



Fonte: Projeto de Mitigação SMDA GEE BR05-B-17

Os projetos de MDL para dejetos da suinocultura têm como princípio proporcionar um melhor destino aos mesmos, utilizando biodigestores em substituição à decomposição a céu aberto, a fim de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa.

A instalação de biodigestores para a captação e posterior queima do metano nas granjas de suínos é uma atividade elegível para projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, uma vez que durante a combustão o metano é transformado em CO₂, o qual apresenta menor impacto com relação ao aquecimento global, podendo ainda proporcionar geração de energia.

A queima do biogás para a geração de energia elétrica se dá no interior de um grupo gerador que é composto por um motor à combustão interna e um gerador síncrono. Este processo libera também gases a altas temperaturas, que podem ser aproveitados em fogões, como combustível para motores de combustão interna, em geladeiras, chocadeiras e secadores de grãos.

Por meio deste mecanismo os problemas de suprimento de energia em regiões rurais do Brasil podem ser amenizados e o ingresso dos produtores de suínos em projetos de MDL começa a tornar-se viável.

Além de energia elétrica e calor, o biodigestor, disponibiliza um composto fertilizante rico em nutrientes e baixo custo para a área agrícola, chamado biofertilizante. Este aflente dos biodigestores é excelente como adubo orgânico, dispensando a necessidade de fertilizantes químicos para a fixação de nutrientes, como o Nitrogênio, no solo.

4.3 Potencial do Mercado de crédito de carbono – suinocultura

O estabelecimento de um modelo sustentável de exploração da suinocultura demanda atualmente um conjunto de requerimentos técnicos e qualitativos baseados, principalmente, na eliminação de procedimentos agressivos ao meio-ambiente e ao homem.

Assim, a implementação de projetos de produção de suínos por meio de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo permite um impacto positivo por estar colocando no mercado um produto que não degrada o ambiente, reduz a emissão de carbono para a atmosfera, e proporciona ao produtor uma fonte de renda complementar para sua propriedade, o que se reverte em benefício para a sociedade e para a natureza, tornando os projetos sustentáveis.

Em virtude de todos estes benefícios, observa-se a existência de 38 projetos aprovados de MDL relativos à suinocultura, junto à Comissão Interministerial de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Brasil, até setembro de 2007, correspondendo a 16% do total de projetos de MDL existentes no País. Esses projetos estão distribuídos entre os estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo.

Os projetos de MDL em suinocultura, em geral, têm duração de 10 anos. Juntos, os 38 projetos aprovados conseguem a redução anual de 1.964.633 t.CO₂/ano, com um potencial de geração de energia elétrica de aproximadamente 7.144 Mwh/ano.

Uma das características verificadas nos projetos de MDL em suinocultura é a utilização do associativismo entre as granjas, para viabilizar economicamente a elaboração dos projetos de MDL. Assim, um projeto pode abranger diversas granjas, às vezes localizadas em diferentes Estados.

Segundo Bartholomeu Et Al (2006), há grande dispersão do tamanho do plantel entre as propriedades envolvidas, onde o número de animais por granja varia de um mínimo de 300 até um máximo de aproximadamente 79 mil cabeças, evidenciando-se a importância das associações entre granjas para a viabilização dos pequenos produtores.

No Brasil mais de 1,86 milhões de suínos estão envolvidos nesses projetos, resultando num plantel médio de 5.487 animais por granja. Observa-se, nestes, uma elevada dispersão na redução das emissões por projeto: enquanto o maior projeto estima reduzir mais de 1,8 milhão de tCO₂eq (envolvendo 21 granjas), o menor deles pretende reduzir apenas 39 mil tCO₂eq (contando com três granjas).

Considerando a colocação dos créditos de carbono no mercado Norte Americano, com uma cotação de US\$20,00/t.CO₂, os 38 projetos brasileiros têm uma capacidade de gerar uma receita total em torno de R\$ 77 milhões/ano.

Quanto ao Estado do Ceará, tendo também como base o mercado Norte Americano, e supondo que metade do rebanho suíno cearense em 2005, de 1.089 mil cabeças segundo IBGE, encontra-se em granjas com plantel de 300 animais e em condições adequadas para investir na instalação de biodigestores, é possível estimar, superficialmente, que o setor apresenta um potencial para reduzir mais de 482 mil tCO₂eq/ano, somando um valor de R\$18,9 milhões/ano em crédito de carbono, com uma capacidade de geração de energia elétrica de aproximadamente 1.752 Mwh/ano.

TABELA 6 – Redução de emissões de CO₂ eq/ano, Ceará e Brasil.

	Reduções de Emissões (tCO ₂ eq/ano)	Reduções de Emissões Totais (tCO ₂ eq)	Redução/cabeça (tCO ₂ eq/ano)	Geração de Energia kwh/ano	Valor (Milhões R\$/ano)
Brasil	1.964.633	19.152.149	0,8853	7.144.120	77,0
Ceará	482.056	4.820.561	0,8853	1.752.931	18,9

Fonte: MCT, IPECE.

Para que este potencial seja explorado pelo setor suinícola cearense, há necessidade da associação entre as granjas para a viabilização dos projetos, bem como a divulgação da existência deste mecanismo para os agentes da cadeia, em particular para os produtores e seus representantes.

De tal modo, é desejável que todo suinocultor tenha um programa racional de controle dos dejetos, visando seu manejo correto, que além de evitar problemas ambientais, com a redução drástica da emissão de GEE, possam obter uma nova fonte de receita por meio da geração de crédito de carbono e a geração de energia renovável, além de outros benefícios

ambientais, como melhoria da qualidade da água subterrânea e a redução dos odores emitidos pela atividade.

TABELA 7 – Municípios com maior rebanho suíno, Ceará, 2005.

Município	Rebanho Suíno (cabeças)
Granja	47.353
Viçosa do Ceará	23.829
Acopiara	21.858
Canindé	21.076
Mombaça	20.597
Boa Viagem	20.427
Tauá	20.373
Santa Quitéria	18.331
Itapipoca	18.085
Massapê	17.217
Graça	16.674
Parambu	15.476
Sobral	14.741
Crateús	14.432
Independência	14.179
Cariré	13.875
Santana do Acaraú	13.702
Icó	13.490
Pedra Branca	13.340
Quiterianópolis	12.574
Miraíma	12.018
Novo Oriente	11.919
Camocim	11.745
Morada Nova	11.072
Mauriti	10.400
Iguatu	10.104
Aurora	10.014
Várzea Alegre	9.811
Pentecoste	9.463
Caucaia	9.411

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal.

5. O potencial eólico do Ceará

O aproveitamento eólio-elétrico tem se expandido a taxas crescentes nos últimos anos, já tendo atingido a escala de Gigawatts.

Estimativas realizadas pelo Centro de Referência para Energia Eólica e Solar, mostram que o Nordeste é a região que apresenta maior potencial eólico do País, sendo responsável por mais da metade (52%) de toda a potência instalável.

TABELA 8 - Potencial Eólico do País por Região

Região	Potência Instalável (GW)	Energia Anual (TWh/ano)
Nordeste	75,0	144,3
Sudeste	29,7	54,9
Sul	22,8	41,1
Norte	12,8	26,4
Centro-Oeste	3,1	5,4

Fonte: Centro de Referência para Energia Eólica e Solar .

O Ceará apresenta um forte potencial gerador de energia elétrica. São cerca de 640km de perímetro litorâneo numa região onde os ventos são intensos e constantes, propiciando um excelente desempenho para usinas eólicas. No mapa do Anexo 1, elaborado pelo CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, em parceria com a Eletrobrás e o Ministério das Minas e Energia, fica evidente que todo o litoral do Ceará está localizado em uma área privilegiada para a produção de energia eólica.

Atualmente há três parques eólicos em funcionamento no Estado: o parque eólico do Mucuripe, com potência para produzir 2,4MW, o parque eólico da Taíba, com potência de 5MW e o parque eólico da Prainha, com capacidade para produzir 10MW. A potência total instalada no Estado, de 17,4MW, não é condizente com o potencial eólico que o Estado apresenta, haja vista que as centrais eólicas que já foram aprovadas pela ANEEL apresentam o potencial de 2,2GW. De acordo com a Secretaria de Infra-estrutura do Ceará – SEINFRA, somente até o final do ano de 2008 deverão ser instalados no Estado quatorze parques eólicos, com potência total superior a 500MW, conforme tabela 2. Esses parques eólicos foram aprovados pelo PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, tendo contrato de venda de energia assegurado junto à Eletrobrás.

É importante ressaltar que, conforme estudo divulgado em 2003 pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, somente para o Estado do Ceará haviam sido outorgadas 34 usinas eólicas, capazes de produzir um total de 2,2GW, conforme Anexo II.

TABELA 9 - Parques Eólicos em Construção no Ceará

UF	Empresa	Aproveitamento	Município	Pot. Selec. (kW)	Previsão de Operação
PROINFRA CE	IMPSA Wind	UEE Praia do Morgado	Acaraú	28.800	out/08
		UEE Volta do Rio	Acaraú	42.000	dez/08
		UEE Praias de Parajuru	Beberibe	28.800	ago/08
	Eco Energy Beberibe LTDA	UEE Beberibe	Beberibe	25.200	mar/08
	Bons Ventos Geradora de Energia S/A	UEE Canoa Quebrada	Aracati	57.000	dez/08
		UEE Taíba - Albatroz	S. Gonçalo	16.500	abr/08
		UEE ENACEL	Aracati	31.500	dez/08
		UEE Bons Ventos	Aracati	50.000	dez/07
	SIIF Énergies do Brasil Ltda	UEE Foz do Rio Choró	Beberibe	25.200	jan/08
		UEE Praia Formosa	Camocim	104.400	dez/08
		UEE Paracuru	Paracuru	23.400	dez/07
		UEE Icarazinho	Amontada	54.000	jul/08
	Rosa dos Ventos Geração e Comercialização de Energia S/A	UEE Lagoa do Mato	Aracati	3.230	dez/07
		UEE Canoa Quebrada	Aracati	10.500	dez/07
	Total				500.530

Fonte: SEINFRA, 2007

5.1. Impactos sócio-ambientais e custos de projetos eólicos

Os custos da geração eólio-elétrica têm mantido taxas consistentes de reduções anuais nas últimas décadas, e hoje já se mostra competitiva frente a fontes tradicionais de geração em muitos casos específicos. Segundo a ANEEL, o preço do megawatt/hora da energia gerada por usinas termoeletricas é de R\$ 120, ante R\$ 232 das usinas eólicas. A ANEEL defende que há de se alcançar no País, portanto, uma indústria consolidada de geração desse tipo de energia, com políticas de incentivo bem definidas a fim de estimular a redução nos custos.

A tendência à universalização da competitividade plena é sinalizada por diversos fatores, entre os quais: (a) mais reduções de preços são previstas com a ampliação da escala de produção industrial, expansão do mercado e forte competição no setor; (b) evolução tecnológica - novos processos de fabricação e turbinas de maior capacidade já comprovam a

tendência a custos menores de instalação e operação. Adicionalmente, à medida que se dissemina a contabilização de passivos ambientais, e também na medida em que avançam as negociações mundiais quanto aos mecanismos econômicos para a proteção ao clima da Terra, a geração eólico-elétrica tem riscos ambientais praticamente nulos, especialmente ao se considerar que investimentos em geração elétrica têm retorno em longo prazo, usualmente da ordem de 10 a 20 anos. A expansão da geração elétrica, que envolve massivos investimentos com abrangência nacional, sempre traz impactos sócio-econômicos associados à tecnologia adotada. Entre as externalidades comprovadas da tecnologia eólica, destacam-se a geração de empregos e a fixação de tecnologias.

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede elétrica, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. As centrais de grande porte, por sua vez, têm o potencial para atender a uma parcela significativa do Sistema Interligado Nacional (SIN) com importantes ganhos para o meio ambiente.

5.2. Projetos de energia eólica certificados no Brasil

O Brasil tem atualmente quatro projetos de energia eólica registrados na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em conformidade com o que estabelece o Protocolo de Kyoto para o recebimento de créditos de carbono.

O primeiro projeto de energia eólica do País a se beneficiar dos créditos de mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL foi a usina eólica de Horizonte, em Santa Catarina, certificada em agosto de 2006. Essa usina tem capacidade instalada de 4,8MW, com produção anual de 12,9 mil MW/h e deixando de emitir, por ano, 6,22 mil toneladas de CO₂.

A segunda certificação de projetos de energia eólica no Brasil foi a da usina eólica de Água Doce, também em Santa Catarina, com capacidade de gerar 9MW de energia. A Água Doce gera anualmente 26,8 mil MW/h, o que equivale a deixar de lançar na atmosfera cerca de 13,7 mil toneladas de CO₂.

A usina eólica de Osório, localizada no Rio Grande do Sul é a única usina eólica de grande porte do País que está certificada junto à UNFCCC, com capacidade para gerar 150MW de energia, deixando de lançar anualmente na atmosfera 148,3 mil toneladas de CO₂.

O único projeto da região Nordeste que já está recebendo créditos de carbono localiza-se no Rio Grande do Norte e pertence à Petrobrás. Ele tem capacidade instalada para produzir 1,8MW e deixa de lançar anualmente 1,2 mil toneladas de CO₂ na atmosfera.

A quantidade de projetos de usinas eólicas certificados junto à UNFCCC evidenciam que o Brasil subutiliza seu potencial eólico. A Índia já tem 40 projetos de energia eólica registrados, retirando da atmosfera cerca de 1.806,9 mil toneladas de CO₂. A China tem 46 projetos registrados, com redução de 863 mil toneladas de CO₂ da atmosfera.

5.3. Reduções esperadas de CO₂ e estimativas de créditos de carbono

A partir do final do ano de 2008, quando estiverem concluídas as instalações das usinas eólicas já aprovadas pela Eletrobrás e registradas no Proinfa, o potencial eólico instalado no Estado do Ceará saltará dos atuais 17,4MW para 517,9MW.

Segundo a metodologia ACM0002/V.6, apropriada às condições do litoral cearense, estima-se que somente com as usinas eólicas que já estão instaladas e as que estarão em funcionamento até o final de 2008, o Estado poderá se beneficiar de créditos de carbono da ordem de R\$ 14,6 milhões/ano, correspondente a uma redução de 372 mil toneladas de CO₂. No caso de todas as usinas eólicas aprovadas pela ANEEL no Ceará se beneficiarem dos créditos de carbono, esse valor anual poderia chegar a R\$ 65 milhões/ano, com reduções previstas de 1.663 mil toneladas de CO₂ e geração de 2.236MW de energia.

Essa metodologia é aplicável para projetos de geração de energia conectados à rede com capacidade adicional elétrica (como a eólica), em que a atividade do projeto não envolve a substituição de combustíveis fósseis por energia renovável no local da atividade do projeto.

6. Considerações finais

A soma dos projetos de geração de créditos de carbono no Ceará poderia gerar recursos em torno de R\$ 73,4 milhões por ano, entre biomassa advinda da suinocultura (R\$ 18,8 milhões), aterros sanitários (R\$ 26 milhões) e Energia Eólica (R\$ 28,6 milhões). Cada projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo tem duração entre sete a dez anos, ou seja, durante a primeira etapa o Ceará geraria entre R\$ 513 e 734 milhões, podendo ser renovado duas vezes pelo mesmo período.

Um esforço adicional é o aumento da capacidade energética do estado com 500,5 MW produzidos pela energia eólica, 12,6 MW do aterro sanitário e 1,5 MW da suinocultura. Notadamente os MDL's mais competitivos para geração de energia no Ceará são os projetos eólicos, uma vez que esta é sua atividade fim. Contudo, a geração de energia elétrica baseada no biogás dos aterros sanitários demonstrou-se bastante competitiva. A estimativa da capacidade dos aterros sanitários, 12,6 MW, equivale ao Parque Eólico da Prainha que possui capacidade de 10 MW e abastece o município de Aquiraz. Embora seja o menos expressivo em termos de produção de energia os MDL's da suinocultura garantem a eletrificação do meio rural, onde os projetos se localizam, contribuindo para auto-suficiência energética do projeto.

Referências Bibliográficas

APPS, M. J.; KURZ, W. A.; BEUKEMA, S. J.; BHATTI, J. S. Carbon budget of the Canadian forest product sector. **Environment Science & Policy**, Vancouver, v. 2, n.1, p.25-41, Feb.1999

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; BARTHOLOMEU, Marcelo Bacchi; RANIERO, Luiza Montoya, MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de. O mercado de carbono e a atividade suinícola. **Revista Agroanalysis**. Edição: Fev/2007. Pág. 46

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Roteiro básico para a elaboração de um projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL**. Rio de Janeiro, 2002. 52p.

CEPEA; FEALQ. **Estudo do Potencial de Geração de Energia Renovável Proveniente dos “Aterros Sanitários” nas Regiões Metropolitanas e Grandes Cidades do Brasil**. Piracicaba, 2004.

COTTA, M.K. **Quantificação de biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono**. 2005, 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

FENHANN, J.. **Guidance to the CDM pipeline**. Roskilde: Unep Riso e Centre. Junho de 2006. Disponível em: <<http://www.cd4cdm.org/>> Acesso: jul. 2006.

FENHANN, J.. **CDM pipeline**. Roskilde: Unep Riso e Centre, Junho de 2006. Disponível em : <<http://www.cd4cdm.org/>> Acesso: jul. 2006.

FGV - Fundação Getúlio Vargas. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. MDL: guia de orientação**. Rio de Janeiro, 2002. 90p.

HENRIQUES, R. M. **Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Abordagem Tecnológica**. Tese. Rio de Janeiro, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção pecuária Municipal: efetivo de rebanhos**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>. Acesso em: 10 de agosto de 2007.

JOHN ZINK COMPANY LLC, **Advanced Biogas Flare Systems**. disponível em http://www.johnzink.com/products/flares/pdfs/biog_advanced_flare_wastewater.pdf, acessado em 17 de agosto de 2007.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1983. 32p. (EMBRAPA-CNPISA. Circular Técnica, 6).

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo** Disponível em : <<http://www.mct.gov.br/clima>>. Acesso: jul. 2006.

UNFCCC. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em : <<http://cdm.unfccc.int>> Acesso: jul. 2006.

United Nations Framework Convention on Climate Change/AGCERT. **Projeto de Mitigação SMDA GEE BR05-B-17, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais – Brasil**, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo UNFCCC Documento de Concepção de Projeto, ID do Documento: BR05-B-17. Versão 2.1, 15 de maio de 2006, 64 p.

UNITED STATES. EPA – “**Landfill Gas-to-Energy Project Development Handbook**” – LMO Program – Setembro 1996.

WILHELM, V. **Safety Aspects of the Planning, Construction and Operation of Landfill Gas Plants**; artigo; Terceiro Simpósio Internacional de Sardinia, 91 S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy; 14 - 18 de outubro de 1991.

Sites

<http://www.aneel.gov.br>

<http://www.cepel.br>

<http://www.cresesb.cepel.br>

<http://www.ibge.gov.br/>

www.mct.gov.br/

<http://www.seinfra.ce.gov.br>

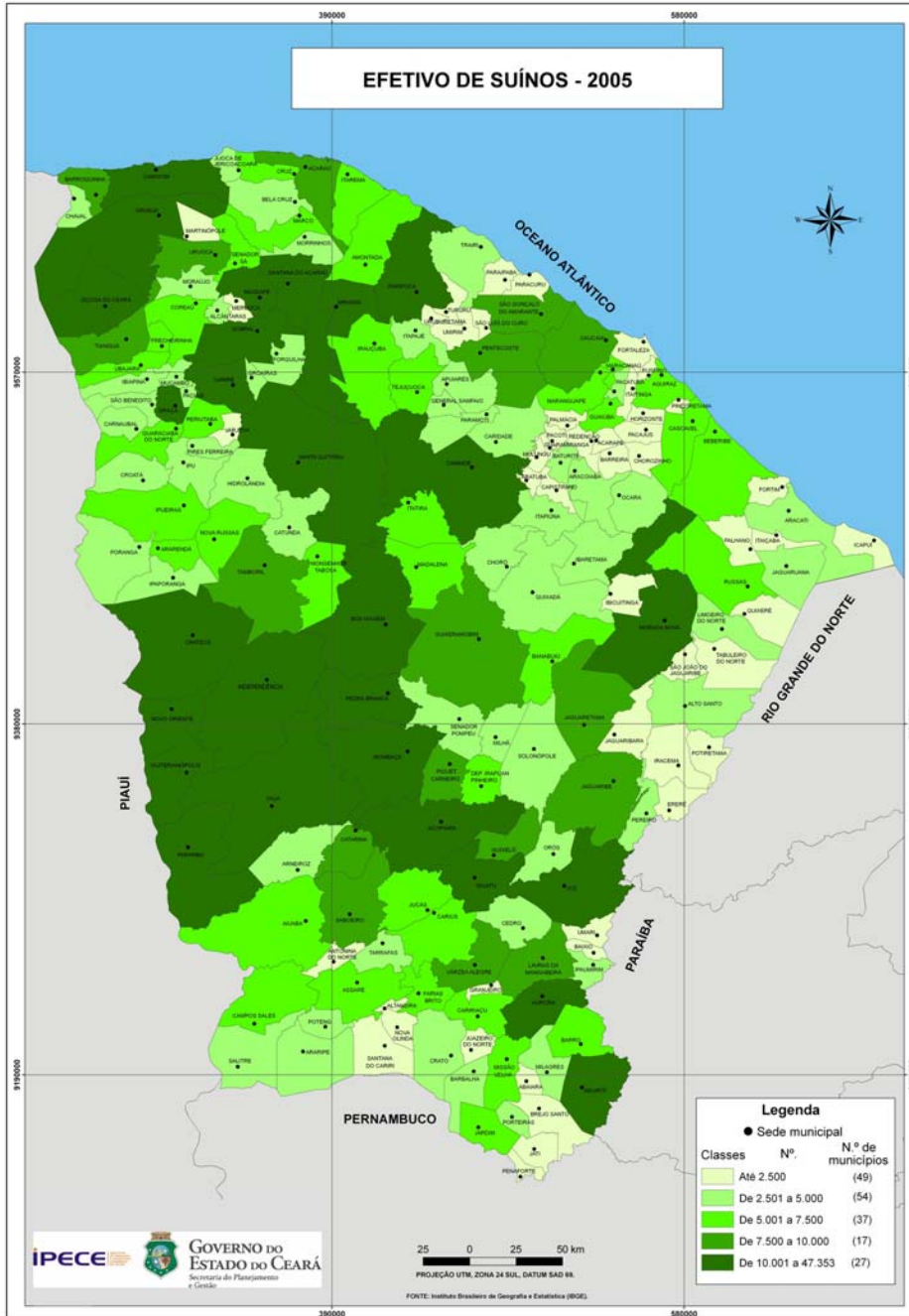
Anexo I

Rebanho dos criadores de suínos ligados à Associação dos Suinocultores do Ceará (ASCE) por município.

Município	Nº produtores	Rebanho	Capacidade
Maranguape	3	1.050 matrizes	10.500 animais
São Gonçalo do Amarante	3	1.000 mtz./100 suínos em recria e terminação	10.000 animais
Caucaia	2	480 matrizes	4.800 animais
Guaiuba	1	250 matrizes	2.500 animais
Pacatuba	1	100 matrizes	1.000 animais
Beberibe	1	120 matrizes	1.200 animais
Pentecoste	1	100 suínos em recria e terminação	
Maracanaú	1	200 matrizes	2.000 animais
Aquiraz	1	40 matrizes	400 animais
Cascavel	1	50 matrizes	500 animais
Iracema	1	700 matrizes	7.000animais
Forquilha	1	90 matrizes	900 animais
Russas	1	50 matrizes	500 animais
Baixio	1	50 matrizes	500 animais
Ubajara/Ibiapina	1	300 suínos em recria e terminação	
Redenção	1	300 suínos em recria e terminação	
Sobral	1	30 matrizes	300 animais
Pedra Branca	1	10 matrizes	100 animais
Total		4.250 matrizes	43.200 animais

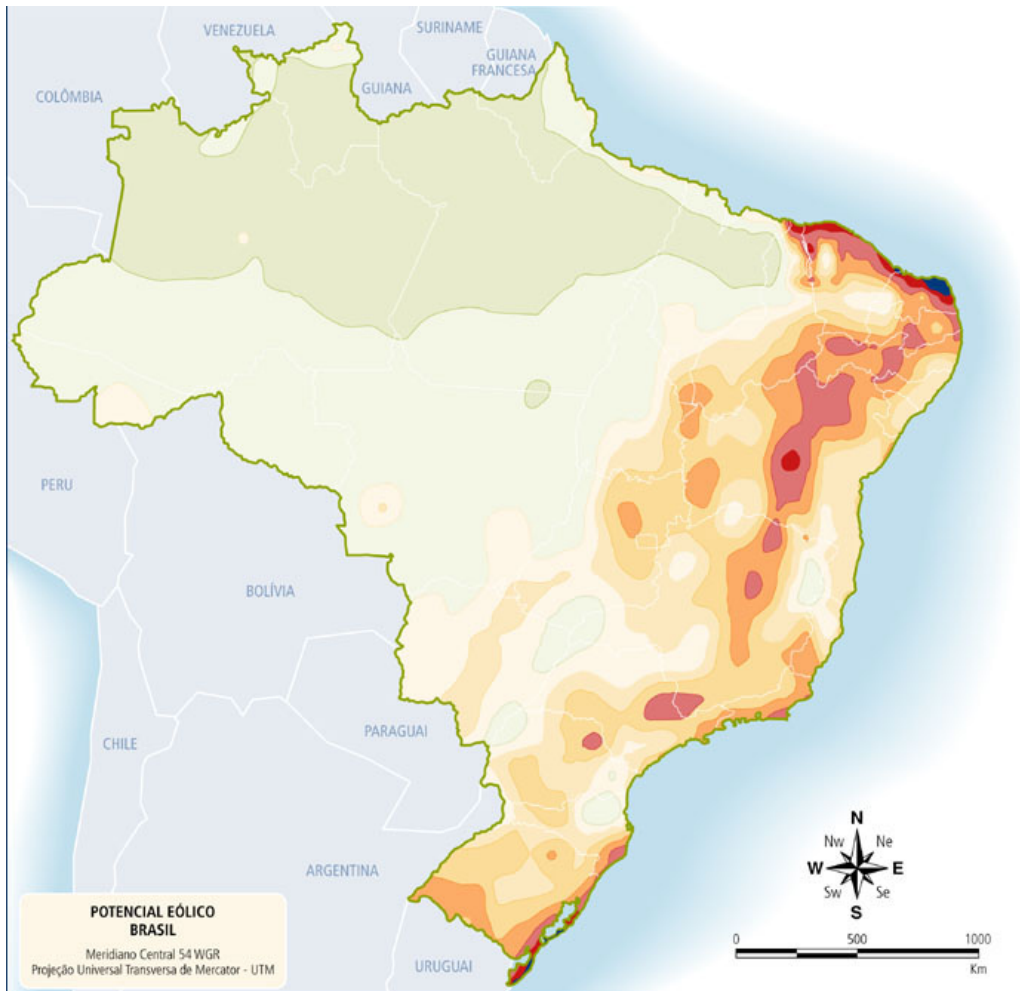
Fonte: Associação dos Suinocultores do Ceará

Anexo II



Anexo III

Panorama do Potencial Eólico Brasileiro



		Velocidade média do vento (m/s) 50 m acima do nível da superfície				
		Mata	Campo Aberto	Zona Costeira	Morro	Montanha
Classes de energia	4	> 6,0	> 7,0	> 8,0	> 9,0	> 11,0
	3	4,5 - 6,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	7,5 - 9,0	8,5 - 11,0
	2	3,0 - 4,5	4,5 - 6,0	4,5 - 6,0	6,0 - 7,5	7,0 - 8,5
	1	< 3,0	< 4,5	< 4,5	< 6,0	< 7,0

NOTAS:
 Mata indica áreas de vegetação nativa, com arbustos e árvores altas.
 Campo aberto refere-se a áreas planas de pastagens, plantações e/ou vegetação baixa, sem muitas árvores altas.
 Zonas costeiras são áreas de praia, normalmente com larga faixa de areia, onde o vento incide predominantemente no sentido mar-terra.
 Morros são áreas de relevo levemente ondulado, relativamente complexo e de pouca vegetação ou pasto.
 Montanhas representam áreas de relevo complexo com altas montanhas. O potencial eólico é dado para locais nos topos das montanhas em condições favoráveis para o fluxo de vento.

Fonte: Atlas - ANEEL

Anexo IV

Centrais Eólicas Outorgadas no Ceará

Nome da Usina	Potência (kW)	Município - UF
Redonda	300.600	Icapuí - CE
CE 11 - Camocim	249.900	Camocim - CE
Maceió	235.800	Itapipoca - CE
Praia Formosa	104.400	Camocim - CE
Eólica Jericoacoara	100.800	Jijoca de Jericoacoara - CE
Paracuru	100.000	Paracuru - CE
Ubajara	100.000	Ubajara - CE
Fortim	93.600	Aracati - CE
CE 3 - Boca do Poço	79.900	Limoeiro do Norte - CE
Praia do Morgado	79.200	Acaraú - CE
Canoa Quebrada	78.000	Aracati - CE
Bom Jesus	55.800	Aracati - CE
Eólica Icaraizinho	54.000	Amontada - CE
Bons Ventos	50.000	Aracati - CE
CE 10 – Acaraú	49.300	Acaraú - CE
CE 4 - Lagoinha	49.300	Paraipaba - CE / Trairi - CE
Pecém	46.000	São Gonçalo do Amarante - CE
Volta do Rio	42.000	Acaraú - CE
Parque Eólico Enacel	36.000	Aracati - CE
Pontal das Almas	36.000	Barroquinha - CE
Pecém	31.200	Caucaia - CE
CE 7 – Icapuí	29.750	Aracati - CE
Eólica Praias de Parajuru	28.800	Beberibe - CE
Gameleira	27.000	São Gonçalo do Amarante - CE
Lagoa do Mato	27.000	Aracati - CE
Foz do Rio Choró	25.200	Beberibe - CE
Parque Eólico de Beberibe	25.200	Beberibe - CE
Pecém	25.200	Caucaia - CE
Eólica Paracuru	23.400	Paracuru - CE
Eólica Ariós	16.200	Beberibe - CE
Taíba Albatroz	15.000	São Gonçalo do Amarante - CE
Eólica Canoa Quebrada	10.500	Aracati - CE
Parque Eólico Caponga	10.000	Fortaleza - CE
Fábrica da Wobben Windpower no Pecém	600	Caucaia - CE

Fonte: BIG-ANEEL, 2003.

Anexo V
Fontes de Financiamento

- BNDES
- BNB
- Caixa Econômica Federal
- Fundo de Desenvolvimento Tecnológico da Eletrobrás
- Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios – Prodeem
- Ministério da Saúde – Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)
- Fundo Nacional do Meio Ambiente
- Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfra
- International Utility Efficiency Partnerships, Inc. (IUEP)
- *Environmental Enterprises Assistance Fund* (EEAF)
- Sustainable Energy Initiative (SEI)
- E&Co
- Banco Mundial – Prototype Carbon Fund
- Fundo Mundial para o Meio Ambiente (Global Environment Facility – GEF)
- Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)
- Italian Carbon Fund
- Danish Carbon Fund
- Spanish Carbon Fund
- The Netherlands CDM Facility
- RWE Power Germany