

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE FINANCEIRA DE PROJETOS DE ATERROS SANITÁRIOS NO BRASIL, NO ÂMBITO DO MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO, DO PROTOCOLO DE QUIOTO: O CASO DO PROJETO NOVAGERAR

Denise Diniz de Barros
IPOSEIRA – Gestão de Ativos
Av. Ataulfo de Paiva 1351 – 1º andar - Leblon
22440-034 - Rio de Janeiro, RJ
Tel: (21) 2259-5505 / 8823-2388
denise@iposeira.com.br

Celso Funcia Lemme
Instituto COPPEAD de Administração - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Caixa Postal 68514
21949-900, Rio de Janeiro, RJ
Tel: (21) 2598-9800 / 2598-9873
celso@coppead.ufrj.br

Resumo: O mercado de créditos de carbono pode gerar oportunidades de criação de valor para empresas e prefeituras no Brasil, com os mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto abrindo espaço para que as reduções de Gases de Efeito-Estufa (GEE) sejam negociadas mundialmente, facilitando a inserção dos países em desenvolvimento no mercado através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo para análise de viabilidade financeira de projetos de aterros sanitários com venda de créditos de carbono e geração de energia através do biogás. O NovaGerar, projeto pioneiro de aterro sanitário em Nova Iguaçu, foi utilizado como base para o desenvolvimento do modelo. Os resultados do estudo indicam viabilidade do empreendimento e podem ajudar empresários e prefeituras na tomada de decisões de investimento e planejamento de serviços de saneamento, abrindo portas e encurtando caminhos na direção de estruturar projetos de aterros sanitários que, além de gerarem remuneração adequada para o capital privado, melhorem as condições de saúde e bem-estar da população local.

Palavras-chaves: Mecanismo de desenvolvimento limpo; Resíduos sólidos municipais; Avaliação de projetos; Projeto NovaGerar.

INTRODUÇÃO

O surgimento do mercado mundial de créditos de carbono pode gerar oportunidades de criação de valor para empresas e prefeituras, com os mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto (PQ) possibilitando que as reduções de Gases de Efeito-Estufa (GEE) sejam negociadas mundialmente, ocorrendo a inserção dos países em desenvolvimento no mercado através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo para avaliação de projetos de aterros sanitários, com venda de créditos de carbono e geração de energia através do biogás. O NovaGerar (NG), projeto pioneiro de aterro sanitário no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, foi utilizado como base para desenvolvimento do modelo, ilustrando a possibilidade de criação de valor para empresas e prefeituras no Brasil através do MDL do PQ, a partir do tratamento dos resíduos sólidos urbanos. A partir projeto NG, estruturou-se um modelo financeiro que pode contribuir para a difusão e multiplicação de projetos desta natureza, associando benefícios ambientais e financeiros.

O setor de saneamento básico engloba as atividades de abastecimento de água, coleta de esgoto, drenagem urbana e coleta e tratamento de lixo. Por ser de grande importância para a saúde e bem-estar da população, o saneamento básico é um ponto relevante na definição de políticas públicas. A partir da Constituição de 1988, a ênfase na descentralização e privatização trouxe de volta a responsabilidade de políticas públicas ao poder local. A limpeza urbana, por ser um serviço público de interesse local, é definida na Constituição Federal de 1988 como uma responsabilidade dos municípios. Assim, ainda que a execução desse serviço possa ser repassada a terceiros, através de contratos de terceirização ou concessão, a responsabilidade por sua gestão e fiscalização permanece com os municípios (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Com a dificuldade dos governos brasileiros, nas diversas esferas, em realizar investimentos, mesmo em setores prioritários, faz-se necessário encontrar alternativas de financiamento para tais áreas. O mercado de créditos de carbono, lançado com base no PQ, apresenta uma oportunidade para a realização de investimentos em aterros sanitários utilizando-se o MDL, a partir da venda de certificados de redução de emissão de carbono para países que têm o compromisso de reduzir suas emissões de GEE.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: o item 2 examina a literatura relevante; o item 3 descreve a metodologia utilizada; o item 4 apresenta as bases do projeto NG; o item 5 desenvolve o modelo financeiro, deixando a conclusão para o item 6.

REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), uma parcela significativa do lixo urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) não é coletada, notadamente nas regiões onde residem parcelas menos favorecidas da população. Poucos recursos são destinados pelas prefeituras para o tratamento de resíduos sólidos, sendo preocupante a localização da maioria dos destinos dos resíduos (IBGE, 2002).

Na Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara (BHBG) residem cerca de 10 milhões de pessoas e existem, aproximadamente, seis mil indústrias. Estima-se que um terço da população da região resida em favelas e outro terço em áreas com condições precárias de urbanização e saneamento. De acordo com estudo feito pela Comissão de Meio Ambiente da Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, os vazadouros de lixo são uma das principais fontes de poluição da Baía (PDBG, 2005).

De acordo com o Centro de Informações da Baía de Guanabara (CIBG), das quase 13.000 toneladas de lixo geradas por dia na bacia da Baía de Guanabara, 4.000 não chegam a ser coletadas, sendo vazadas em terrenos baldios, rios e canais. Das 9.000 restantes, 8.000 vão para o aterro de Gramacho, sendo o restante lançado em vazadouros, sem medidas de controle adequadas. A despoluição da Baía de Guanabara depende das políticas de saneamento da RMRJ, entre elas um melhor e mais abrangente tratamento dos resíduos sólidos, não sendo possível estancar a poluição apenas no final do processo (CIBG, 2001).

Dados divulgados por PROTETORES DA VIDA (2001) indicam que os municípios pertencentes à RMRJ e à BHBG dependem do aterro sanitário de Gramacho para o depósito de seus resíduos sólidos urbanos ou os estocam em lixões sem tratamento adequado. O aterro de Gramacho encontra-se no final de sua vida útil e será preciso investir em um novo depósito dos resíduos sólidos urbanos que possa substituí-lo.

Existem diversas destinações possíveis do lixo, sendo as mais conhecidas o lixão ou vazadouro, o aterro controlado e o aterro sanitário.

Segundo Ambiente Brasil (2005), o lixão é um local onde há uma inadequada disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga dos dejetos sobre o solo a céu aberto, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O escoamento dos líquidos formados pode contaminar as águas superficiais e subterrâneas,

ocorrendo também a liberação de gases, principalmente o metano, que é combustível e um dos principais GEE.

Em um aterro controlado, os resíduos sólidos são confinados no solo e cobertos com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho, reduzindo os riscos à saúde pública e os impactos ambientais, visto que a extensão da área de disposição é minimizada e a poluição é localizada. Geralmente, os aterros controlados não dispõem de impermeabilização de base, o que compromete a qualidade das águas subterrâneas, nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados. Este método é preferível ao lixão, mas tem qualidade inferior à do aterro sanitário (AMBIENTE BRASIL, 2005).

O aterro sanitário, por sua vez, utiliza critérios de engenharia e normas operacionais específicas e permite o confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. A forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, através do confinamento em camadas cobertas com material inerte, de acordo com normas operacionais específicas, evita riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais. Os gases liberados durante a decomposição são captados e podem ser queimados com sistema de purificação de ar ou ainda utilizados como fonte de energia (AMBIENTE BRASIL, 2005).

Há uma tendência de aumento da geração de lixo domiciliar, em proporção superior à do crescimento do número de habitantes. Nas cidades com até 200 mil habitantes, pode-se estimar a quantidade coletada entre 450 e 700 gramas por habitante/dia e para cidades acima de 200 mil habitantes, algo na faixa de 800 a 1.200 gramas por habitante/dia. Quando a PNSB foi realizada, estimou-se que eram coletadas 125.281 toneladas de lixo domiciliar, diariamente, em todos os municípios brasileiros. Trata-se de uma quantidade expressiva de resíduos, para os quais deve ser dado um destino final adequado, sem prejuízo à saúde da população e sem danos ao meio ambiente (IBGE, 2002).

Pelo censo do ano 2000, a população da RMRJ é de, aproximadamente, 10,8 milhões de pessoas, com um terço vivendo em regiões com condições de saneamento ruins e com acesso precário aos serviços de coleta de lixo. Segundo o IBGE (2002), dos 19 municípios da RMRJ, apenas cinco coletam lixo de mais de 90% da população, um município coleta lixo em menos de 50% da população e 13 coletam entre 50 e 90% do lixo gerado. De acordo com Anuário Estatístico do Rio de Janeiro, 37% do lixo gerado no Estado do Rio de Janeiro, fora da capital, não é coletado, sendo queimado, lançado em terrenos baldios ou despejado nos rios, lagoas ou mar (CARVALHO FILHO, 2005). A quantidade diária de lixo coletado na RMRJ é estimada em 13.158 toneladas, das quais 3.313 são encaminhadas a vazadouros a céu aberto, 20 a vazadouros em áreas alagadas, 3.020 a aterros controlados e 6.805 têm como destinação final aterros sanitários (IBGE, 2002).

Em decorrência da preocupação com os problemas relacionados às mudanças do clima, foi definida pela Organização das Nações Unidas, em maio de 1992, a Convenção-Quadro sobre a Mudança do Clima (CQMC), com o compromisso da redução das emissões de GEE por todos os países signatários. Pela necessidade de estabelecimento de critérios mensuráveis e metas de redução de emissão, a III Conferência das Partes da CQMC, em dezembro de 1997, formalizou o PQ (PICOLO et al, 2003). Com o objetivo reduzir as emissões antrópicas dos GEE e diminuir o perigo do aquecimento global e das mudanças climáticas, os países industrializados pertencentes ao Anexo I assumiram o compromisso de reduzir as emissões de dióxido de carbono e dos demais GEE, entre 2008 e 2012, a níveis em torno de 5% inferiores aos do ano de 1990. Os países em desenvolvimento foram liberados das metas de redução dos GEE (ANDRADE, 2003). O PQ entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 e rege apenas o primeiro período de comprometimento, entre 2008 e 2012, sendo que novos protocolos devem surgir para delimitar os compromissos para os próximos

períodos, o que é um risco para o desenvolvimento de projetos atrelados ao mercado de carbono (UNEP FI, 2005). Os compromissos de redução de emissão são expressos em dióxido de carbono-equivalente, sendo que, por exemplo, uma tonelada de gás metano é equivalente a 21 toneladas de dióxido de carbono (IBAM, 2005).

O MDL, definido no artigo 12 do PQ, permite que os países do Anexo I implementem projetos que reduzam emissões de GEE em países não pertencentes a este anexo. Os Certificados de Redução de Emissões (CERs, da sigla em inglês) gerados por tais atividades podem ser usados pelos países do Anexo I para ajudar a atingir suas metas no PQ (UNFCCC, 2005). Os projetos do MDL poderão ser implementados nos setores de energia, transporte e manejo florestal. Os aterros sanitários se encaixam como uma das formas alternativas de geração de energia, por meio de biomassa. Dentre as alternativas de biomassa, o biogás de aterros sanitários tem alto poder calorífico, de 5.100 kcal por Nm³, maior do que o quilo de lenha (2.500 kcal) e do que o quilo de bagaço de cana (1.750 kcal), perdendo apenas para os combustíveis fósseis, como carvão vegetal, óleo diesel, gás natural e óleo combustível (BANCOR, 2003).

Os resíduos sólidos urbanos contêm significativa parcela de matéria orgânica biodegradável e ao serem dispostos nos aterros sanitários passam por um processo de digestão anaeróbica. A matéria orgânica é transformada em um gás conhecido como biogás, composto basicamente por metano, dióxido de carbono, nitrogênio e gás sulfídrico. Pelas características do lixo no Brasil, o biogás gerado na maioria dos aterros sanitários apresenta elevada concentração de metano e dióxido de carbono, contribuindo para o efeito estufa e o aquecimento global (IBAM, 2005).

Face ao elevado poder calorífico do biogás, em muitos aterros sanitários do mundo estão sendo implantadas unidades de geração de energia elétrica, através da queima do biogás. A geração de biogás em um aterro sanitário é iniciada alguns meses após o início do aterramento dos resíduos e continua até cerca de quinze anos após o encerramento da operação da unidade. Segundo o Banco Mundial, para que o biogás possa ser explorado comercialmente através de sua recuperação energética, o aterro sanitário deve receber no mínimo 200 toneladas/dia de resíduos, ter uma capacidade mínima de recepção da ordem de 500 mil toneladas e altura mínima de carregamento de dez metros (IBAM, 2005).

De acordo com EPA (1996), o fluxo de biogás e sua quantidade dependem de diversos fatores, entre os quais a quantidade de lixo estocado, a profundidade do aterro, sua idade, o fato de ainda estar aberto ou não e a quantidade de chuva que recebe. Os melhores candidatos à recuperação de energia são aterros que já têm pelo menos um milhão de toneladas de lixo estocadas, que ainda recebem lixo ou que foram fechados há poucos anos e cuja profundidade é de, no mínimo, 12 metros.

A adicionalidade das reduções de emissão de GEE deve ser verificada segundo uma linha de base, em um cenário de referência, que deve ser estabelecida conforme metodologia aprovada e registrada pela CQMC. O cenário de referência estabelece o ponto de partida da linha de base do projeto e a partir deste cenário são calculadas as emissões evitadas (PICOLO et al, 2003). Uma vez que os critérios de elegibilidade de exploração energética de aterros sanitários tenham sido cumpridos, a venda dos créditos de carbono decorrentes da redução de emissão de GEE na atmosfera pode ajudar a viabilizar economicamente a recuperação ambiental de lixões e a implantação de energia elétrica em aterros sanitários (IBAM, 2005).

METODOLOGIA

O projeto NG utilizou o MDL para tornar viável a construção de um novo aterro sanitário e explorar a possível geração de energia através de biogás neste aterro e em um outro antigo, que teve suas operações encerradas recentemente. O NG foi escolhido como caso a ser tratado visto que foi o projeto pioneiro no Brasil na utilização dos gases provenientes de

aterros sanitários para a geração de energia e redução das emissões de GEE. Quando o projeto NG foi concebido, não havia nenhum aterro no Brasil que tivesse sido projetado para canalizar e utilizar toda a quantidade de gás gerado. Desta forma, o projeto abre portas para a realização de outros similares no Brasil.

As informações utilizadas neste estudo foram coletadas a partir de dados primários e secundários. Os primários foram obtidos através de entrevistas estruturadas e correspondências eletrônicas com a engenheira Adriana Vilela Montenegro Felipetto e a assessora de imprensa Roberta Rocha, da empresa S.A. Paulista, e com Cynthia Souza, da Associação Ecológica Ecomarapendi. Os secundários foram disponibilizados pelos *websites* dos diferentes agentes envolvidos, como Banco Mundial, Organização das Nações Unidas (ONU), Ministério da Ciência e Tecnologia, empresa de engenharia S/A Paulista, jornal O Globo e projeto NG.

O PROJETO NOVAGERAR

A Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu (CTR Nova Iguaçu) é o empreendimento que serve como base para o desenvolvimento do projeto NG. Em 2001, após uma licitação pública, a empresa de engenharia S.A. Paulista recebeu da Empresa Municipal de Limpeza Urbana do município de Nova Iguaçu (EMLURB) uma concessão de vinte anos, mais vinte de monitoramento posterior, para administrar o lixão de Marambáia e implantar o aterro sanitário de Adrianópolis, distantes dez quilômetros do centro de Nova Iguaçu e um quilômetro das linhas de transmissão de energia. A implantação do novo aterro sanitário e o encerramento do lixão existente fazem parte de um programa iniciado pelo município de Nova Iguaçu, que conseguiu aumentar o regime de coleta de lixo urbano para 90% do total gerado pela cidade.

A S.A. Paulista é uma empresa de engenharia e construção civil de médio porte, especializada em construção civil pesada, como estradas, ferrovias, portos, aeroportos, indústrias e saneamento, operando também a maior estação de transferência de resíduos domésticos na América do Sul, a Transbordo Ponte Pequena, responsável por 60% de todo o lixo doméstico da cidade de São Paulo. A empresa ficou responsável pelo desenvolvimento da Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu, conhecida como Adrianópolis, compreendendo o licenciamento ambiental, a implantação e operação do aterro sanitário, a instalação de uma unidade de tratamento de resíduos de saúde, duas de tratamento de chorume, uma de reciclagem de resíduos de construção civil e uma de aproveitamento energético do biogás. O aterro sanitário de Adrianópolis foi concebido para ser um aterro moderno e está autorizado a receber resíduos urbanos, industriais e de saúde. A limpeza pública, coleta e transporte dos resíduos estão fora do escopo do projeto.

A remuneração da S.A. Paulista no empreendimento foi estabelecida da seguinte forma:

a) uma tarifa por tonelada de resíduos domiciliares e públicos recebidos por mês da Prefeitura de Nova Iguaçu, valendo ressaltar que deste valor seria descontado um percentual de 20%, a título de franquia, pela propriedade do terreno ser da prefeitura e não da concessionária;

b) outras receitas da CTR, como a disposição de resíduos industriais não perigosos de grandes geradores, créditos de carbono e geração de energia. Para tanto, um percentual de 10% da receita bruta deveria ser direcionado a título de outorga para a prefeitura de Nova Iguaçu.

No contrato de concessão, a S.A. Paulista também se comprometeu a reabilitar o lixão de Marambáia, aberto em 1986 e encerrado em 2003, que tem aproximadamente dois milhões de toneladas de lixo depositadas. O contrato definia um escopo de reabilitação bastante

limitado, por pretender apenas evitar acidentes com a possível combustão espontânea do biogás.

Apesar de o contrato ter sido firmado em 2001 e a licença prévia de instalação ter sido outorgada no final de 2001, o aterro sanitário de Adrianópolis só começou a ser construído em agosto de 2002, por conta de processos na justiça contra sua instalação, promovidos por organizações não-governamentais atuantes na causa ecológica. No dia 13 de fevereiro de 2003, o aterro ficou pronto para operar e recebeu sua licença de operação, sendo o fluxo de resíduos desviado de Marambáia para Adrianópolis e iniciando-se a recuperação do lixão de Marambáia.

A CTR Nova Iguaçu foi organizada como uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), integralmente controlada pela S.A. Paulista. O investimento total da empreiteira, desde o licenciamento ambiental até a recuperação paisagística, foi feito com recursos próprios e chegou a US\$ 15 milhões, sendo cerca de US\$ 800 mil utilizados para estruturar o projeto nos moldes do MDL. O projeto NG começou a ser desenvolvido em 2001 e também foi organizado como uma SPE. A CTR Nova Iguaçu, juntamente com a S.A. Paulista, seu único acionista cedeu os direitos de uso do biogás dos dois aterros para a SPE NG.

O NG foi o primeiro projeto no mundo a ser registrado oficialmente pelo MDL do PQ. O acordo de venda foi feito para 2,5 milhões de toneladas de CO₂-equivalentes, entre os anos de 2004 e 2012, com o montante de € 8,5 milhões sendo entregue em parcelas correspondentes à geração de CERs, sessenta dias após a comprovação da geração dos créditos de carbono. O objetivo do NG é a redução das emissões de GEE por meio da geração de energia contida no biogás ou da sua queima controlada. Para tanto, o projeto exige investimentos em canalização de gás, sistema de drenagem de chorume, flares para a queima controlada do biogás e, em caso de opção pela geração de energia, plantas modulares de geração de eletricidade e geradores de energia. Os geradores fazem a combustão do metano e produzem eletricidade, que é encaminhada para a linha de transmissão. O excesso de gás do aterro e todo o gás coletado em períodos quando a energia não é produzida devem ser queimados em flares.

Na época em que o projeto foi aprovado, o PDD (*Project Design Document*) esperava que a geração de energia e a queima dos gases através de *flares* reduzissem as emissões de GEE em 14,1 milhões de toneladas de CO₂-equivalentes nos próximos 21 anos. Por ser um projeto pioneiro, ocorreram alterações no plano inicial e novas projeções de redução de emissões foram feitas. O percentual de perdas do biogás produzido passou a ser considerado variável de acordo com o avanço do aterro, com o percentual de perdas decrescendo com os anos, à medida que as células são encerradas e seladas e não sofrem mais os impactos e perdas de operação. Este aperfeiçoamento na forma de projetar o biogás capturado, junto com valores mais realistas de estoque e depósito de lixo, trouxe resultados mais realistas, reduzindo a projeção de créditos de carbono a serem gerados.

As mudanças nas premissas iniciais e o grande aumento dos preços dos créditos de carbono no mercado internacional, com a entrada em vigor do PQ e do Mercado Europeu, são motivos para que haja uma repactuação do contrato de compra e venda de reduções de emissão (ERPA - *Emission Reduction Purchase Agreement*) firmado com o Governo da Holanda. No novo ERPA as partes estão dispostas a corrigir o preço dos créditos de carbono, antes pactuados em € 3,35 por tonelada, e um novo cronograma de entrega está sendo estudado. Outra alteração em curso é o questionamento sobre a viabilidade de geração de energia, já que os preços atuais para a energia proveniente do aterro não viabilizam a geração. Ao mesmo tempo, não há diferença na quantidade de créditos de carbono gerados pela queima do biogás em flares ou sua combustão para a geração de energia. O biogás será queimado em flares e a possibilidade de geração de energia fica por definir, só sendo comprados os equipamentos caso haja uma demanda garantida de longo prazo, a preços compensadores.

A geração de energia elétrica e sua atratividade dependem de fatores relacionados ao setor elétrico brasileiro. De acordo com o PDD, os preços das tarifas de energia representam um risco, visto que no passado foram mantidos baixos devido às políticas governamentais e o mercado livre de energia no Brasil ainda é bastante incipiente. Outro risco importante relacionado à venda de eletricidade é a mensuração da quantidade exata de produção de biogás e da performance da produção de energia, dado que não existia nenhum aterro sanitário no Brasil gerando eletricidade e esta é uma tecnologia desconhecida pelos investidores.

O NG só em comercializará os créditos de carbono que sobrem após servir o que foi pactuado com o Banco Mundial e o governo holandês. De acordo com as projeções apresentadas na tabela 1, a captura do biogás gerado no aterro de Adrianópolis deverá ser variável, em função do avanço do aterro e do encerramento das células. Para Marambáia, é previsto que o aproveitamento do biogás seja de 85% a partir de 2006.

Tabela 1 – Percentual de Biogás ao Longo dos Anos em Adrianópolis

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
% gás coletado	67%	68%	70%	71%	73%	75%	76%	78%	80%
% perdas	33%	32%	30%	29%	27%	25%	24%	22%	20%

O PQ estabelece que as reduções de emissão resultantes de um projeto de MDL devem ser certificadas, para que tenham validade como créditos de carbono. A certificação deve assegurar que, entre outros aspectos, a participação das partes envolvidas seja voluntária e que haverá promoção do desenvolvimento sustentável (PICOLO et al, 2003). O governo brasileiro ainda não estabeleceu nenhuma meta de desenvolvimento sustentável, desta forma foram escolhidos indicadores para o desenvolvimento sustentável coerentes com o projeto, tais como qualidade da água e do solo, biodiversidade, cuidado com a saúde do trabalhador, criação de empregos, remediação de Marambáia e restauração da mata nativa.

O MODELO FINANCEIRO: ESTRUTURA, PREMISSAS E RESULTADOS

A geração de créditos de carbono por meio do NG é um negócio derivado do tratamento de resíduos pela CTR Nova Iguaçu. Portanto, o modelo financeiro só deve compreender o NG, visto que o tratamento de resíduos e a construção da CTR Nova Iguaçu, acordados previamente entre a concessionária e a prefeitura de Nova Iguaçu, se realizariam mesmo sem os créditos de carbono. Com todas as modificações ocorridas no projeto, algumas de suas premissas gerais apresentadas no PDD foram descartadas e novas premissas passaram a vigorar. O preço da tonelada de carbono está em vias de ser reajustado junto ao Banco Mundial e ao governo da Holanda. Para a presente análise foi utilizado o valor já pactuado entre as partes, apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Premissas Comerciais

Preço do carbono (€ / tCO ₂)	3,35
% das vendas de carbono devido ao município	10%
Toneladas de carbono contratadas	2.535.000

Os primeiros 2,5 milhões de toneladas de créditos de carbono a serem gerados pelo NG, negociados com o governo da Holanda para serem entregues entre 2004 e 2012, devem render o montante de € 8,5 milhões, recebidos em parcelas anuais sessenta dias após a comprovação dos CERs. As premissas operacionais para a avaliação do projeto englobam os custos de operação, fixos e variáveis, da planta de biogás, bem como auditorias anuais de verificação, pagamentos ao Banco Mundial relativos às missões de verificação e certificação do empreendimento, por conta do registro do NG como projeto de MDL no PQ.

A recuperação ambiental de Marambáia exigida no contrato de concessão com o município era superficial, entretanto, por conta das exigências da ONU para aprovar o NG como um projeto de MDL, faz-se necessário incorrer em despesas de remediação do lixão, como o plantio de mudas de espécies nativas e serviços de manutenção e recirculação de chorume. As premissas operacionais são resumidas na tabela 3, cabendo à tabela 4 apresentar os percentuais de repasse dos CERs à operadora do biogás.

Tabela 3 – Premissas Operacionais

Custo fixo da planta de gás (€/ano)	78.000
Aluguel de Marambáia (R\$/mês)	4.000
Custos de verificação (US\$/ano)	6.000
Pagamentos ao Banco Mundial (US\$/ano)	20.000
Despesas administrativas (US\$/ mês)	6.850
Custos de recuperação de Marambáia (R\$/ano)	100 mil até 2008 e 70 mil até o final da concessão

Tabela 4 – Percentual da Receita Bruta de CERs Repassado à Operadora do Biogás

2006	28%
2007	28%
2008	28%
2009	26%
2010	24%
2011	22%
2012	20%
2013 em diante	18%

Uma grande parte do capital físico necessário como investimento é empregada na construção do aterro sanitário e, portanto, não deve ser contabilizada neste negócio, visto que tal investimento existiria mesmo sem a realização do NG, de modo a realizar o armazenamento dos resíduos. Outra parte significativa foi segregada e estruturada de forma a se tornar responsabilidade da operadora de biogás. O NG destina um percentual determinado de sua receita líquida com os CERs em contrapartida para a empresa e desta forma transforma um investimento em despesa corrente. O capital de giro necessário para o negócio foi projetado para ser correspondente a um ano de custos operacionais.

A S.A. Paulista investiu apenas recursos próprios na CTR Nova Iguaçu e no projeto NG. O investimento total foi de US\$ 15 milhões, sendo que US\$ 800 mil foram utilizados para estruturar o projeto nos moldes do MDL. Como o empreendimento foi inteiramente financiado por capital próprio, o custo de capital pode ser calculado por meio do modelo CAPM.

O beta do projeto, de 0,90, foi retirado da tabela de betas desalavancados de países emergentes de Damodaran (2005), para a atividade de “Disposição de Lixo Não Perigosa”, representando o risco do setor comparado ao mercado americano. A taxa livre de risco utilizada foi a dos títulos de longo prazo do Tesouro dos Estados Unidos, de 4,65% em 2 de fevereiro de 2005. O prêmio de risco do mercado (média dos retornos do índice S&P 500 menos o retorno dos títulos do Tesouro dos Estados Unidos) foi de 4,82%, segundo Damodaran (2005). Os fluxos de caixa a serem descontados são reais, com poder de compra constante. Desta forma, o custo de capital nominal calculado pelo CAPM foi ajustado pela inflação dos Estados Unidos. O valor utilizado do Índice de Preços ao Consumidor americano foi de 2,66%, referentes ao dia 7 de fevereiro de 2005. A estimativa de risco país, calculada pelo banco JP Morgan, foi de 3,94%, em 17 de dezembro de 2004. Desta forma, o custo de capital calculado para o projeto foi de 10%. Já o custo de capital utilizado no PDD foi de 15%, não sendo explicitados os cálculos. Alega-se apenas que o custo de capital não pode ser

inferior ao dos títulos do governo brasileiro dentro do país, visto que o projeto tem riscos superiores ao risco soberano. Para este trabalho, o valor presente líquido (VPL) do projeto foi calculado por meio das duas taxas.

O cálculo das emissões de GEE é feito em duas etapas: a primeira faz a ligação entre a quantidade de lixo estocada e depositada no aterro e a quantidade de biogás gerada a partir deste depósito; a segunda trata da transformação do metano contido no biogás em eletricidade ou a combustão do metano em *flares*. O total de CERs é a soma da combustão do metano em geradores de eletricidade com a combustão do metano em *flares*. Vale ressaltar que para Marambáia este total é descontado por um fator de 20%, por conta de sua linha de base, enquanto o resultado de Adrianópolis sofre um desconto de 20% para ser conservador em relação às possíveis mudanças na legislação ambiental brasileira.

Segundo a prefeitura, é esperado que Adrianópolis receba em média 950 toneladas ao dia de resíduos sólidos urbanos, considerando-se o mês com 26 dias. O aumento anual de geração de resíduos deve ser de 3% entre 2005 a 2007, 2% entre 2008 e 2010 e a partir de então é projetada estabilidade, em função de melhoria esperada no sistema de coleta seletiva de materiais recicláveis. A estimativa da quantidade de resíduos industriais a serem tratados na planta é baseada na situação atual e no inventário de resíduos do IBAMA. A CTR Nova Iguaçu recebe em média 1.000 toneladas ao dia de resíduos industriais, o que representa 8% do total do inventário de resíduos da FEEMA de 12.500 toneladas/dia. Espera-se que este percentual se mantenha até 2007 e que caia para 6% entre 2008 e 2010 e 5% a partir de 2011, por conta de novos entrantes no mercado e programas de reciclagem e reutilização dentro das indústrias.

Nova Iguaçu está inserida na RMRJ e possui diversos municípios em seu entorno que encaminham seus resíduos ao aterro de Gramacho. Como o aterro de Gramacho possui vida útil limitada, estima-se que a partir de 2007 os municípios de São João de Meriti, Nilópolis e Mesquita passarão a encaminhar seus resíduos à CTR Nova Iguaçu, representando um acréscimo de 661 toneladas ao dia de resíduos, com crescimento similar ao de Nova Iguaçu desta data em diante.

O tratamento térmico dos resíduos de serviços de saúde em equipamento especial permite que sejam depositados nos mesmos locais que os outros resíduos, sem que haja contaminação do solo. Entretanto, tais resíduos não são contabilizados como geradores de créditos de carbono, devido à sua natureza pouco orgânica após o tratamento. É esperado que sejam recebidas 2 toneladas ao dia de resíduos hospitalares em 2005, 3 toneladas em 2006, 6 toneladas em 2007 e 2008 e 7 toneladas a partir de 2009.

A quantidade de resíduos considerada para o cálculo da geração de gás na CTR Nova Iguaçu contempla, então, o total de resíduos urbanos da cidade de Nova Iguaçu e dos municípios vizinhos, bem como 50% do total dos resíduos industriais e de grandes geradores comerciais. Tal percentual se deve ao fato de que parte do resíduo proveniente de estabelecimentos industriais possui reduzidos percentuais de matéria orgânica, que é o maior insumo para a produção de gás. A tabela 5 apresenta as projeções da S.A. Paulista para a disposição de resíduos ao longo dos anos de operação da CTR Nova Iguaçu.

Tabela 5 – Projeção da Disposição de Resíduos para a Geração de CERs (em toneladas)

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 a 2022
Disposição diária de resíduos	1.979	2.008	2.700	2.484	2.518	2.554	2.429
Disposição anual de resíduos	462.927	472.120	688.481	659.996	670.848	681.918	662.355

A partir da metodologia do Modelo de Decomposição de Primeira Ordem (First Order Decay Model), considerando as premissas de Marambáia (tabela 6), de Adrianópolis (tabela

7) e a proporção de 50% de metano no gás do aterro, as quantidades de biogás geradas a cada ano estão resumidas na tabela 8. As principais premissas utilizadas no cálculo referem-se ao potencial teórico do volume de biogás gerado pela massa de resíduos, à taxa de geração de biogás ao ano e ao crescimento esperado da taxa anual de disposição de resíduos.

Tabela 6 - Premissas do Aterro de Marambáia

Início das operações	1987
Fim das operações	2002
Estimativa de lixo depositado no local (t)	1.800.000
Média diária de depósito de lixo (t/dia) (365 d)	330
Média diária de depósito de lixo (t/dia) (313 d)	382,5

Tabela 7 - Premissas do Aterro de Adrianópolis

Início das operações	2003
Fim das operações	2022
Estimativa de lixo depositado no local (t)	3.958
Média diária de depósito de lixo (t/dia) (365 d)	1.742,8
Média diária de depósito de lixo (t/dia) (313 d)	2.032,4

Como existem diversas incertezas no negócio, sempre que estudos alternativos indicavam diferenças na disposição anual de resíduos foi feita neste trabalho a opção de utilizar a menor quantidade projetada.

Tabela 8 – Projeção do Biogás a ser Gerado nos Dois Aterros (em m³)

	Ano	Adrianópolis		Marambáia		Adrianópolis + Marambáia	
		Por hora	Por ano	Por hora	Por ano	Por ano	Acumulado
1	2005	2.176	19.061.220	1.943	17.024.488	36.085.707	36.085.707
2	2006	3.188	27.923.550	1.776	15.559.210	43.482.760	79.568.468
3	2007	5.939	52.027.194	1.623	14.220.047	66.247.242	145.815.709
4	2008	6.824	59.780.812	1.484	12.996.145	72.776.957	218.592.666
5	2009	7.987	69.966.254	1.356	11.877.582	81.843.836	300.436.502
6	2010	9.095	79.669.935	1.239	10.855.293	90.525.228	390.961.729
7	2011	9.700	84.973.631	1.133	9.920.990	94.894.622	485.856.351
8	2012	10.492	91.909.661	1.035	9.067.102	100.976.763	586.833.115
9	2013	11.216	98.248.714	946	8.286.708	106.535.422	693.368.537
10	2014	11.877	104.042.173	865	7.573.481	111.615.654	804.984.191
11	2015	12.481	109.336.996	790	6.921.640	116.258.636	921.242.827
12	2016	13.034	114.176.099	722	6.325.903	120.502.002	1.041.744.829
13	2017	13.539	118.598.707	660	5.781.440	124.380.147	1.166.124.975
14	2018	14.000	122.640.666	603	5.283.838	127.924.504	1.294.049.479
15	2019	14.422	126.334.738	551	4.829.064	131.163.803	1.425.213.282
16	2020	14.807	129.710.866	504	4.413.433	134.124.299	1.559.337.581
17	2021	15.159	132.796.415	460	4.033.574	136.829.989	1.696.167.569
18	2022	15.481	135.616.394	421	3.686.409	139.302.803	1.835.470.372

Uma vez calculada a quantidade de biogás produzida anualmente pelos dois aterros sanitários, é possível quantificar as reduções anuais de emissão de CO₂equivalentes. O volume de biogás (em m³) canalizado para os *flares*, multiplicado pela fração de metano do biogás (50%, de acordo com a EnerTech Consulting Engineers) é igual ao volume de metano queimado nos *flares*. Esta quantidade, multiplicada pela eficiência do *flare* (98%, no caso do NG), resulta no volume líquido de metano queimado, que multiplicado pelo fator de

conversão de massa (0,00067899 tCH₄/m³CH₄) e pelo fator de aquecimento global do metano (21), resulta na redução anual das emissões devida à combustão do metano em flares (CO₂ equivalentes). A tabela 9 apresenta as quantidades das reduções de metano, em toneladas de CO₂equivalentes. Para o cálculo dos CERs, considera-se que todo o volume de biogás é queimado em *flares* e, portanto, sofre uma redução de 2% em seu total:

Tabela 9 – Projeção dos CERs a Serem Gerados nos Dois Aterros por Meio da Queima Controlada em *Flares* (em t de CO₂)

ano	Total de Emissões (linha base)	Total de Emissões Fugitivas	Total de Reduções de Emissão	80% do Total de Reduções de Emissão	Total Acumulado dos CERs (80%) - Adrianópolis	Total Acumulado dos CERs (80%) - Marambáia	98% do Total Acumulado de Reduções de Emissão	
1	2005	257.269	105.533	151.737	121.389	72.840	48.550	118.962
2	2006	310.006	80.344	229.662	183.729	181.138	123.981	299.016
3	2007	472.303	126.484	345.819	276.655	388.855	192.919	570.139
4	2008	518.856	137.497	381.359	305.087	630.937	255.924	869.124
5	2009	583.497	147.383	436.114	348.892	922.246	313.507	1.211.038
6	2010	645.390	153.608	491.782	393.425	1.263.045	366.133	1.596.595
7	2011	676.541	156.004	520.537	416.430	1.631.378	414.230	2.004.696
8	2012	719.903	153.854	566.050	452.840	2.040.261	458.187	2.448.479
9	2013	759.533	162.962	596.571	477.257	2.477.344	498.361	2.916.191
10	2014	795.752	171.286	624.466	499.573	2.940.201	535.077	3.405.772
11	2015	828.854	178.894	649.960	519.968	3.426.613	568.633	3.915.341
12	2016	859.106	185.846	673.260	538.608	3.934.553	599.301	4.443.177
13	2017	886.755	192.201	694.554	555.644	4.462.168	627.330	4.987.708
14	2018	912.024	198.008	714.016	571.213	5.007.765	652.946	5.547.496
15	2019	935.119	203.316	731.803	585.442	5.569.796	676.357	6.121.230
16	2020	956.225	208.167	748.058	598.447	6.146.846	697.753	6.707.707
17	2021	975.515	212.600	762.915	610.332	6.737.623	717.308	7.305.833
18	2022	993.145	216.652	776.493	621.194	7.340.946	735.179	7.914.603
Total		13.085.795	2.990.638	10.095.157	8.076.125	7.340.946	735.179	7.914.603

Caso haja geração de energia elétrica, os cálculos da projeção de geração de biogás são os mesmos e não existe mudança significativa na quantidade de créditos de carbono resultantes quando estes forem produzidos por meio da combustão para a geração de eletricidade, visto que o excedente não utilizado para a geração de eletricidade é queimado em *flares*. Para que sejam calculados os créditos de carbono gerados, a eletricidade bruta anual produzida em MWh deve ser multiplicada pela taxa de aquecimento do gerador (HR) em GJ/MWh, que para o projeto NG foi calculado em 10.000, segundo a consultoria EnerG. O resultado é o total de energia em GJ. Para converter GJ para toneladas de CH₄, é necessário utilizar as seguintes taxas de conversão: 0,0357 GJ/m³CH₄ e 0,000679 tCH₄/m³CH₄, de forma que, primeiro se divide o total de energia em GJ por 0,0357, encontrando m³CH₄ e depois se multiplica o valor encontrado por 0,000679, encontrando-se toneladas de CH₄. Uma vez encontrado o montante, este deve ser multiplicado por 21, para chegar às emissões anuais em CO₂-equivalentes evitadas por meio da geração de energia elétrica.

No caso do NG, se houver geração de energia não devem ser requeridos créditos de carbono devido à geração de energia limpa adicional em relação à matriz energética do país e todo o excedente de biogás que não for utilizado para a geração de energia deve queimado por meio de *flares*. Como a projeção de créditos de carbono por meio da queima controlada de

flares já é satisfatória e não varia significativamente se for feita com a geração de energia e o excedente queimado em *flares*, não é necessário refazer os cálculos.

Em caso de comercialização de energia, para que a projeção de vendas seja realizada é necessário que o consumo de energia na geração de eletricidade, de 1.577 MWh/ano em cada uma das localidades, seja deduzido da energia bruta gerada.

O projeto, sem venda de energia e considerando que haverá um novo período de comprometimento após o PQ, no qual os CERs continuarão a ser vendidos pelo mesmo valor, tem valor presente líquido (VPL) de R\$ 9,7 milhões, considerando o custo de capital de 10%, e R\$ 6,1 milhões, com o custo de capital de 15%, sendo a taxa interna de retorno (TIR) de 49,8% ao ano.

Alguns cenários alternativos foram traçados, com as seguintes hipóteses:

a) atraso na produção de CERs : se a produção de CERs começar apenas em 2007, o VPL à taxa de 10% passa a ser de R\$ 9,1 milhões ou, à taxa de 15%, R\$ 5,5 milhões. A TIR seria de 41%, o que não modificaria a viabilidade do projeto;

b) cotação do dólar permanece no patamar de R\$ 2,10 e cotação do euro equivalente ao dólar: as receitas de CERs caem, assim como determinados custos, como o da planta de gás, o de verificação e pagamentos ao Banco Mundial. O VPL seria R\$ 4,9 milhões à taxa de 10%, ou R\$ 2,9 milhões à taxa de 15%, com a TIR atingindo 36%;

c) Risco-Brasil se consolida no patamar de 200 pontos-base e a taxa de desconto do projeto é reduzida para 8,1%, com a do PDD, por simples ajuste proporcional, passando a 12,2%. O VPL aumentaria para R\$ 11,7 milhões (a 8,1%) e R\$ 7,9 milhões (12,2%), permanecendo constante a TIR.

Se os três eventos acontecessem ao mesmo tempo, o VPL do projeto seria de R\$ 5,6 milhões (a 8,1%) ou R\$ 3,5 milhões (a 12,2%), levando a TIR para 31% e mantendo a viabilidade do projeto.

É importante examinar a possibilidade da venda de créditos de carbono só ser efetuada até 2012, o que pode decorrer de fatores como: a) inexistência de um novo período de comprometimento do PQ após 2012; b) mudança nas regras do próximo período de comprometimento, exigindo que o Brasil passe para o grupo de países que têm metas de redução de emissões de GEE; c) canalização e tratamento do biogás em aterros sanitários se tornem metodologia usual ou obrigatória no Brasil, perdendo o caráter de adicionalidade, essencial para o enquadramento de projetos no MDL. Considerada esta possibilidade, o VPL do projeto seria de R\$ 3,3 milhões, com o custo de capital de 10%, e de R\$ 2,4 milhões, considerando a taxa de 15%; a TIR ficaria em 44%.

Considerando-se as alternativas analisadas, o projeto aparenta certa solidez e atende ao critério de adicionalidade do MDL, na medida em que sem a receita de CERs não seria economicamente viável incorrer nos gastos para a redução de emissão de GEE, observando-se VPL negativo da ordem de R\$ 4,9, se utilizada a taxa de desconto de 10%; cabe ressaltar que não havia exigências de mitigação de emissão de GEE no contrato de concessão.

Para a avaliação da alternativa de venda de energia, a geração de biogás serve de insumo básico. O total máximo de MWh/ano que podem ser vendidos, considerando todas as premissas conservadoras de aproveitamento de biogás, encontra-se na tabela 10.

Tabela 10 – Total de MWh/ano Disponíveis para Venda

2005	19.877
2006	35.231
2007	58.262
2008	65.939
2009	73.616
2010	88.971
2011	96.648

2012	104.325
2013	112.002
2014	119.679
2015	119.679
2016	127.356
2017	128.933
2018	128.933
2019	136.610
2020	136.610
2021	144.287
2022	144.287

As tarifas médias do MW/h praticadas no setor de energia para a região sudeste, segundo a ANEEL, variam de acordo com a classe de consumo. Em 2004, os consumidores industriais pagavam em média R\$ 140,50 pelo MW/h enquanto os consumidores comerciais na média compram o MW/h por R\$ 237,15. O Mercado Atacadista de Energia permite que os consumidores livres comprem diretamente sua energia de produtores independentes, o mesmo não podendo acontecer com consumidores residenciais.

Considerando que é necessário pagar uma tarifa pelo uso dos sistemas de distribuição relativa à concessionária Light, que em 2004 estava firmada em R\$ 27,74 por MW/h e que a região de Nova Iguaçu é caracterizada por maior quantidade de indústrias, foi feita uma média ponderada do preço, considerando 70% dos consumidores como industriais e o restante como comerciais, para análise da viabilidade do projeto. O preço unitário seria então de R\$ 141,76 por MW/h, fixo durante o período, visto que só se produziria energia caso fosse celebrado um contrato de longo prazo, normalmente válido por 15 anos. Vale ressaltar que o preço unitário deve ainda ser deduzido da tarifa do consumidor por demanda contratada, que em 2004 foi definida em R\$ 17,20 por MW/h.

A receita bruta ainda deve ser deduzida em: (i) 10%, por conta da outorga à prefeitura de Nova Iguaçu; (ii) imposto de 18,25%; e aluguel de Marambáia, que representa 10% da receita bruta gerada pelo antigo lixão. Os custos operacionais compreendem mão-de-obra, supervisão, peças e manutenção, comunicação, uma alíquota de 0,5% sobre o capital instalado multiplicado por R\$ 173,23/kW e a tarifa de geração, de R\$ 2,03/kW.

Assumiu-se na projeção que a energia poderia começar a ser produzida e vendida em 2006, visto que neste ano já começaria um maior fluxo de biogás. Considerando um contrato de 15 anos, o término do negócio ocorreria em 2020, quando ainda haveria energia passível de ser gerada, mas o equipamento já estaria todo depreciado. O valor contínuo do empreendimento em 2020 é nulo.

Foi estimado que os equipamentos serão comprados somente até o ano de 2012, de forma que o número de geradores é inferior ao potencial de geração de energia das duas localidades. A necessidade de capital de giro é referente a dois meses de custos operacionais.

O custo de capital para o projeto de energia é diferente do utilizado para o de venda de créditos de carbono apenas no que se refere ao beta. Segundo Damodaran (2005), o beta para a geração de energia por meio de fontes alternativas é de 0,81, o que faz com que o custo de capital atinja um valor 9,58%. Segundo o PDD, o custo de capital utilizado em todo o empreendimento é de 15%, de forma a ser compatível aos títulos de dívida do governo brasileiro. Nesta análise, ambos as taxas foram utilizadas, apesar da falta de precisão dos parâmetros utilizados para se chegar ao custo de capital de 15%.

O VPL da geração de energia, quando considerado o custo de capital de 9,58%, é negativo em R\$ 0,8 milhão, chegando ao valor negativo de R\$ 10,3 milhões com o custo de capital de 15%; a TIR fica em 9,2%. Independentemente da taxa de desconto escolhida, o empreendimento isolado de geração de energia não seria viável. O preço mínimo para o MWh

produzido que faria a TIR alcançar 15% seria de R\$ 189,18, já descontados os R\$ 27,74 de encargo de TUSD. Este valor seria 33,5% maior do que a tarifa média calculada, mas ainda inferior ao valor pago pelos consumidores comerciais (R\$ 209,38 por MW/h, já deduzido o TUSD).

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo podem servir para indicar alternativas de investimentos que adicionem valor, ao conjugarem benefícios ambientais e financeiros, atendendo aos objetivos dos acionistas, dos governos e da população. No setor público, o trabalho pode ajudar as prefeituras na tomada de decisões de investimento e planejamento dos serviços de saneamento, bem como abrir portas e encurtar caminhos na direção de estruturar projetos de aterros sanitários que melhorem as condições de saúde e bem-estar da população local. Para o setor privado, abre-se uma porta para a identificação de projetos rentáveis, aproveitando características dos municípios brasileiros.

Em países como o Brasil, onde existem aterros sanitários em poucas cidades, a estruturação de projetos como o NovaGerar representa uma oportunidade para promover melhores práticas e aprimorar os padrões de gestão de resíduos e aterros, de forma a criar valor para empreendedores brasileiros e contribuir para o desenvolvimento sustentável. De acordo com o Banco Mundial (2005), o projeto pode servir de modelo a ser replicado em mais de cem municípios brasileiros e, portanto, deve ser estudado em profundidade, juntamente com outras oportunidades existentes no âmbito do MDL do Protocolo de Quioto.

O projeto NovaGerar foi pioneiro na geração de créditos de carbono e na possível geração de energia a partir do depósito de resíduos sólidos. Incurreu em dificuldades, mas abriu portas para que seu modelo de negócio seja replicado. Caso todos os municípios da RMRJ passassem a tratar seus resíduos como Nova Iguaçu, o total de reduções de emissão de carbono atingiria 49,7 milhões de toneladas, no período de 2005 a 2022; com os CERs vendidos ao preço negociado pelo NovaGerar, a receita estimada seria de € 166 milhões. A Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, formada por 15 municípios, dos quais 12 fazem parte da RMRJ, seria afetada positivamente pelo tratamento de resíduos sólidos da região, com redução de externalidades negativas.

Se os 100 municípios em condições de replicar o projeto NovaGerar o fizessem, considerando que tivessem a mesma população e perfil de geração de resíduos de Nova Iguaçu, o total de redução de emissão de carbono seria de 807,6 milhões de toneladas. Desconsiderando as especificidades de cada localidade e considerando que as negociações de CERs fossem feitas pelo preço do NovaGerar, a receita bruta estimada seria de € 2.7 bilhões.

Em municípios pequenos, onde não seria economicamente viável replicar o modelo do NovaGerar por falta de escala, existe a possibilidade de incineração e a alternativa de construção de aterros intermunicipais, nos quais maior montante de resíduos passaria a ser depositado, permitindo o aproveitamento dos resíduos para a geração de CERs e energia.

As projeções indicam que é possível gerar energia a partir dos aterros em questão, a uma tarifa diferenciada que consiga remunerar o empreendedor e possa ser paga por determinados compradores, como o comercial ou o industrial. Existe no NovaGerar um potencial de geração de energia maior do que se planeja explorar e este baixo aproveitamento se deve aos elevados investimentos em maquinário, que necessitam de tempo em operação para que haja o devido retorno. Poderia ser interessante otimizar a utilização do maquinário em conjunto com outros aterros que possam estar em fases diferentes de seu ciclo de vida. Tal compartilhamento das máquinas, que podem ser deslocadas, traria uma diminuição dos custos de operação da planta de geração de energia, podendo fazer com que os preços fossem mais baixos, aumentando a quantidade de compradores interessados. Isto seria mais uma razão para que novos aterros sejam adicionados ao NovaGerar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBIENTE BRASIL. **Coleta e Disposição Final do Lixo.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/residuos/index.php3&contudo=/residuos/lixo.html>> Acesso em: 22 fev. 2005
- ANDRADE, Alexandre. **A Criação de Valor para Pequenas Empresas Brasileiras de Siderurgia a Partir da Inserção no Mercado de Carbono: Um Estudo de Caso.** Rio de Janeiro: Instituto Coppead de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003,154p. Dissertação. (Mestrado em Administração)
- BANCO MUNDIAL, **Brasil tem Primeiro Projeto de Carbono Registrado no Mundo,** Bonn, Alemanha, Novembro de 2004. Disponível em: <www.obancomundial.org/index.php/content/view_document/2179.html> Acesso em: 25 mar. 2005
- BANCOR. Bancor Internacional, Consultoria e Implementação do Meio Ambiente. **Consulta Pública Sobre Proinfra,** 15 de Agosto de 2003. Disponível em: <www.bancor.com.br> Acesso em: 9 mar. 2005
- CARVALHO FILHO, Paulo. **Usinas, solução para o lixo urbano?** Disponível em: <www.rio.rj.gov.br/comlurb/artigos> Acesso em: 22 fev. 2005
- CIBG. Centro de Informações da Baía de Guanabara. **Situação Ambiental Atual,** 6 de Abril de 2001. Disponível em: <www.cibg.rj.gov.br> Acesso em 1 mar. 2005
- DAMODARAN, A., "Estimating Equity Risk Premiums", Stern School of Business. Disponível em: <<http://www.stern.nyu.edu>> Acesso em 1 de agosto de 2005.
- EPA. Environment Protection Agency. **Turning a Liability into an Asset: Landfill Gas-to-Energy Project Development Handbook,** Setembro de 1996. Disponível em: <www.epa.gov> Acesso em: 25 de maio 2005
- FELIPETTO, Adriana Vilela Montenegro, **Avaliação de Concessionária de Tratamento de Resíduos com Opções Reais.** Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2005. 154f. (Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Administração).
- IBAM-Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Biogás em Aterros Sanitários e Créditos de Carbono,** Disponível em: <www.ibam.org.br/publique/media/Boletim2a.pdf> Acesso em 1 mar. 2005
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.** Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>> Acesso em: 28 fev. 2005
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2002,** Brasília: 2004

PDBG. Programa de Despoluição da Baía de Guanabara. **As causas da Poluição**. Disponível em: <www.feema.rj.gov.br/programa/pdbg-1.htm> Acesso em 1 mar. 2005

PICOLO, Angelo; CASTRO, Daniella; TEIXEIRA, Elaine; SABATINI, Luciana. Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE (ENGEMA), **Anais**, Rio de Janeiro: 2003.

PROTETORES DA VIDA. **Banco de Dados**, 2001. Disponível em: <www.protetoresdavida.org.br> Acesso em 2 mar. 2005

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Exchange. **The Mechanisms under the Kyoto Protocol: Joint Implementation, the Clean Development Mechanism and Emissions Trading**. Disponível em: <www.unfccc.int/kyoto_mechanisms/items/1673.php> Acesso em: 10 mar.2005

UNEP FI. United Nations Environment Programme Financial Initiatives. **Finance For Carbon Solutions, The Clean Development Mechanism: The Financial Sector Perspective**, Janeiro de 2005. Disponível em: <www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_briefing_finance_for_carbon_solutions_2004.pdf> Acesso em: 8 fev. 2005