

MODELO FINANCEIRO PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS MUNICIPAIS NO ÂMBITO DO MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO

Philipp Daniel Hauser*
Celso Funcia Lemme**

Resumo

Este artigo apresenta um modelo financeiro para a avaliação da viabilidade empresarial de projetos de incineração de resíduos sólidos municipais no Brasil, no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Kioto, tomando como referência o Projeto Usinaverde, desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O reaproveitamento energético pode contribuir para a gestão dos resíduos e para a redução das emissões de gases de efeito estufa. A análise financeira está baseada no modelo de fluxo de caixa descontado e chega à conclusão de que, mesmo considerando-se as receitas provenientes do tratamento do lixo, da venda de energia elétrica e dos créditos de carbono, o projeto é questionável do ponto-de-vista de um investidor privado, pois para que fosse viável seriam necessários preços diferenciados, tanto para o tratamento do lixo quanto para a eletricidade fornecida. Em um futuro próximo, os crescentes custos associados ao tratamento de lixo e à produção de energia poderão elevar os atuais preços de mercado ao nível considerado adequado para a viabilização empresarial de projetos dessa natureza. Além disso, o projeto pode ser economicamente viável na ótica da sociedade como um todo, aspecto a ser examinado em um prosseguimento desta pesquisa.

* EcoSecurities Brasil. E-mail: <philipp.hauser@ecosecurities.com> - tel: (21) 2546-4169.

** Professor Adjunto, Instituto COPPEAD de Administração Universidade Federal do Rio de Janeiro - Área de Finanças e Controle <celso@coppead.ufrj.br> tel: (21)2598-9800 / 2598-9873.

Introdução

O objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade, na ótica de um investidor privado, de uma usina de incineração de resíduos sólidos municipais (RSM), com recuperação de energia, o que pode contribuir para a gestão do lixo urbano, combinando a redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE) com os princípios de desenvolvimento sustentável do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) do Protocolo de Kioto.

A opção “do lixo à energia” (WTE, do inglês *waste to energy*) pode ser uma solução complementar para o problema dos RSM no Brasil. Para tal, o protótipo de usina WTE, chamado de Centro Tecnológico Usinaverde (CTU), é usado como parâmetro para avaliar uma usina comercial denominada Projeto Usinaverde (PUV). A metodologia utilizada para a avaliação de viabilidade foi a de fluxo de caixa descontado (FCD), amplamente difundida na área de finanças e largamente utilizada pelos profissionais que atuam em avaliação de empresas e projetos.

Com a implementação do Protocolo de Kioto, em 16 de fevereiro de 2005, a economia mundial ganhou um conjunto de regras e mecanismos que têm como objetivo principal reduzir a emissão mundial de GEE. Com base no pressuposto de que as emissões de GEE geradas pelos países industrializados ao longo do século passado são responsáveis pelas mudanças climáticas atuais, esses países, denominados partes incluídas no anexo I do Protocolo, aceitaram reduzir suas futuras emissões, tendo como meta um volume total de emissões 5% abaixo dos níveis registrados no ano de 1990. O protocolo também estabelece um marco legal para a geração e o comércio de direitos de emissão, tendo como objetivo minimizar o peso econômico da medida por meio das forças competitivas do mercado. Como a responsabilidade pela implementação dos princípios do Protocolo de Kioto cabe a cada país, foram desenvolvidas diversas soluções nacionais individuais (UNFCCC, 2003).

Nesse contexto, o MDL adquire importância especial, na medida em que integra os países em desenvolvimento ao processo. O mecanismo busca promover ações de proteção ao clima e de desenvolvimento sustentável, baseadas na cooperação entre países industrializados e em desenvolvimento. Ao mesmo tempo em que o país desenvolvido é responsável por financiar a redução de emissões nos países em desenvolvimento, pode usar as reduções de emissão (RE) resultantes para cumprir seus compromissos com o Protocolo de Kioto.

Um setor favorável para projetos MDL – por atender aos critérios de redução eficiente das emissões de GEE e de desenvolvimento sustentável – é o tratamento de RSM. Como consequência da crescente urbanização e do consumo, as sociedades industrializadas produzem quantidades cada vez maiores de lixo, causando graves problemas ambientais e sanitários. Esses efeitos nocivos são agravados quando os RSM são depositados ou incinerados de forma não gerenciada. Além da poluição local da água e do ar, a decomposição anaeróbica de componentes bioorgânicos do lixo, como papel e alimentos, gera gás de aterro sanitário (GAS) contendo metano (CH_4), um potente GEE que muito contribui para o aquecimento global.

Com base no MDL, tem havido avanços significativos que permitiram o financiamento de modernos aterros sanitários, com conversão do GAS em energia. No entanto, aterros e volumes menores são inadequados para esse tratamento, sendo interessante identificar soluções alternativas para a eliminação das RSM em cidades pequenas ou em regiões que não possuam terrenos para aterros. As modernas usinas de incineração com recuperação de energia podem ser uma alternativa, sendo consideradas uma forma racional de reaproveitar a energia contida nos componentes orgânicos do lixo, já que cada tonelada de lixo pode gerar cerca de 500kWh de energia elétrica, equivalente à energia gerada por 200kg de petróleo (PORTEOUS, 2005). Além disso, a combustão de lixo elimina a produção de CH_4 que ocorre no aterro sanitário.

Em alguns países desenvolvidos, a técnica WTE está bem estabelecida, ao passo que no Brasil ela ainda é irrelevante. Para suprir essa demanda potencial, a companhia privada Usinaverde propõe uma solução baseada em tecnologia nacional. Uma vez que o esquema em módulos permite planejar usinas pequenas e médias, a solução pode favorecer à produção descentralizada de energia e minimizar o transporte de resíduos sólidos. A companhia opera uma usina protótipo no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), base para este artigo.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na primeira seção é feita a revisão da literatura relevante. A segunda seção apresenta uma breve descrição do projeto Usina Verde, deixando para a seção 3 a avaliação financeira. A seção 4 conclui o estudo.

Revisão da literatura

O “Painel intergovernamental sobre mudança do clima” (IPCC, 1996) estimou que os aterros existentes no mundo emitam entre 20 e 40 milhões de toneladas (Mt) de CH₄ ao ano, um volume considerado equivalente a 10% das emissões mundiais de CH₄ provenientes de fontes humanas. Olivier e Berdowski (2001) estimaram essa emissão em 18Mt para o ano 2000, aproximadamente 5,5% do total de emissões brutas de CH₄, incluídas as fontes naturais.

A maior parte dessas emissões provém dos países industrializados, apesar destes terem implementado políticas e práticas que minimizam os riscos ambientais locais e a emissão de metano. Essas práticas ainda são reduzidas nos países em desenvolvimento, ao mesmo tempo em que se observa um drástico aumento da produção de resíduos devido à industrialização. De acordo com Muylaert et al (apud OLIVEIRA, 2004), o Brasil contribui com entre 0,7 e 2,2Mt de CH₄ ao ano. Olivier e Berdowski (2001) calcularam 1,0Mt para o ano 2000, aproximadamente 6% das emissões brutas de CH₄ do país.

Dados do Ibam (2005) e do IBGE (2002) mostram a limitada eficácia do sistema de manejo de resíduos brasileiro: em 2000, cerca de 20% da população ainda não contava com um sistema de coleta de lixo e 60% dos municípios brasileiros usavam aterros não-gerenciados (ANG), inadequados, os chamados lixões. Ainda que os principais centros urbanos operem aterros adequados, os números mostram que na maioria das cidades menores o problema ainda tem de ser solucionado.

O gerenciamento do lixo e seu impacto no meio ambiente têm recebido atenção crescente devido ao aumento do nível de consumo. Em 1990, foi estimado que a geração anual de lixo no mundo era de, aproximadamente, 1,3 milhão de toneladas ao ano, correspondendo a uma média de cerca de 630g por cidadão ao dia (BEEDE; BLOOM, 1995). Essa média era composta por uma produção entre 300 e 500g de lixo nos países mais pobres e cerca de 2kg em alguns dos países mais ricos.

A composição do lixo também muda, e materiais mais valiosos, como papel, plástico e metais, aumentam com a riqueza da sociedade. Na União Européia (UE), a produção total de lixo aumentou em quase 10% entre 1990 e 1995 e espera-se que aumente de forma comparável até 2010 (EEA, 1998). Ainda que os países ricos produzam a maior parte do volume de lixo mundial, o volume produzido pelos países em desenvolvimento tem crescido rapidamente.

Essas considerações levam ao exame da opção pela incineração de RSM com recuperação de energia. Há considerável discussão sobre suas vantagens com relação aos aterros sanitários bem gerenciados. Europa e Japão optaram pela incineração (PORTEOUS, 2005). A UE considera o aterro sanitário como última alternativa, pelo impacto negativo sobre o meio ambiente e por não empregar o lixo como um recurso. Recentemente, o aterramento de resíduos inflamáveis foi proibido (COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITY, 1999). Os críticos (DIJKGRAAF; VOLLEBERGH, 2004) afirmam que a Comissão Européia se

baseia em critérios assimétricos ao comparar as opções. No caso dos aterros sanitários, a UE considera os custos ambientais, enquanto os custos externos da incineração são desconsiderados e seus benefícios reiterados.

De acordo com a Abrelpe (2004), no Brasil há uma enorme demanda por aterros adequados, devido ao aumento do volume de RSM e à substituição dos lixões a céu aberto e outros aterros, que atingiram seu limite de capacidade. Para financiar esses investimentos, seriam necessários recursos da ordem de R\$950 milhões, com outros R\$435 milhões para fechar e remediar os lixões existentes, além de algo como R\$80 milhões em custos operacionais mensais.

A incineração de RSM é uma maneira eficiente de reduzir o volume de lixo e, portanto, a demanda de espaço para aterramento, especialmente, se cinzas e resíduos sólidos residuais (RSR), provenientes da incineração e da lavagem de gases, forem adequados para o uso como matéria-prima na construção, como se espera no caso do PUV. Como as usinas WTE podem ser instaladas próximas aos centros de produção de lixo, reduzem os custos do transporte. A combustão do lixo representa o método mais eficiente para eliminar as emissões de metano que ocorreriam se os RSM fossem despejados em aterros. Além disso, a recuperação de energia do lixo pode substituir a geração a partir de combustíveis fósseis.

Devido aos altos custos de investimento e operação, as usinas WTE apresentam dificuldades para os países em desenvolvimento, onde capital e mão-de-obra especializada podem ser escassos. Como a incineração de RSM é significativamente mais cara do que o aterramento, os custos devem ser compensados mediante a venda de energia recuperada. Portanto, as características do setor de energia são importantes na consideração das usinas WTE, sendo desejáveis acordos sobre preços de longo prazo. O fato recente de que projetos de usinas WTE nos países em desenvolvimento possam ser enquadrados no MDL oferece uma fonte adicional de receita, mas os riscos devem ser cuidadosamente avaliados. Em todo o mundo, há poucos fabricantes experientes de usinas WTE e, caso a planta seja importada, deve-se levar em conta o investimento inicial e as necessidades futuras de divisas para a compra de peças de reposição ou serviços técnicos.

Uma operação normal de incineração de RSM tem limite de capacidade de 30 toneladas métricas por hora e capacidade mínima recomendada para operação de 10 a 20 toneladas por hora, dividida em duas ou mais linhas de incineração, de maneira a melhorar a flexibilidade da usina. Um fator crucial em uma usina de incineração de RSM é a natureza do lixo e seu valor calorífico, pois se este for muito baixo, pode inviabilizar o projeto, além do que, escassez de lixo e manutenções prolongadas elevam consideravelmente os custos. Deve-se considerar a situação socioeconômica em muitos municípios pobres, além das atividades organizadas e informais de reciclagem no sistema de manejo de resíduos, pois estas tendem a diminuir a quantidade de papel, papelão e certos tipos de plásticos no lixo.

Porteous (2001) calcula que a emissão total de GEE evitada com a diminuição do CH₄ e a substituição da energia produzida por modernas plantas de turbina a gás de ciclo combinado seja equivalente a 1,2t de CO₂e por t de RSM incinerada. Em contraposição aos benefícios de uma usina WTE, estão os danos causados pelas emissões de SO₂, NO₂, particulados, dioxinas e outras. Eles representam um problema considerável na incineração do lixo, provocando intensa discussão sobre os custos e benefícios da tecnologia. Um controle avançado que reduza os gases ácidos, NO_x, um amplo espectro de metais pesados e dioxinas, aumenta os custos do investimento em aproximadamente 15%, comparado ao nível médio de controle.

O Projeto Usina Verde

O Centro Tecnológico Usina Verde (CTU) é uma instalação protótipo de incineração de lixo doméstico, projetada e construída pela empresa brasileira Companhia Usinaverde

(CUV) para desenvolver uma solução comercial para o aproveitamento energético do lixo doméstico. Essa solução comercial é denominada Projeto Usinaverde (PUV) e os dados principais para este estudo foram obtidos no Documento de Concepção do Projeto - DCP (CENTRO CLIMA, 2005), em entrevistas com os profissionais da CUV e em documentos internos da empresa. O CTU funciona em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e fornece uma experiência técnica, operacional e financeira para desenvolver e avaliar o modelo comercial PUV, com uma capacidade ampliada de 150t de RSM ao dia.

O projeto foi desenhado para a incineração de lixo com recuperação de energia. Portanto, minimiza as emissões de metano e a demanda por aterros, além de prover energia elétrica. Como demonstrado pelo DCP (CENTRO CLIMA, 2005), a incineração de uma tonelada de RSM evita a emissão de um volume de metano equivalente a $1,054\text{CO}_2\text{e}$.

Para reduzir suas próprias emissões, foi desenvolvido um processo inovador de lavagem do gás de combustão, à base de um circuito de água fechado. A usina-protótipo tem capacidade para 30t de RSM ao dia, volume médio produzido por uma cidade de 50.000 habitantes. Um período de seis meses é dedicado à operação como um projeto MDL, baseado em uma metodologia que foi desenvolvida e proposta pelos participantes do projeto. Apesar do período para a experiência MDL ser curto, para obter flexibilidade em outros estudos o tempo total de vida do projeto foi estimado em 20 anos. O período máximo de crédito no DCP (CENTRO CLIMA, 2005) é de 10 anos, mas, de acordo com a UNFCCC, é possível um período máximo de crédito de 21 anos, baseado na revalidação a cada sete anos (CDM EXECUTIVE BOARD, 2005).

O projeto comercial PUV será significativamente diferente da usina-protótipo. Foi planejada uma capacidade de recepção de cerca de 150t por dia de RSM e uma capacidade de combustão de cerca de 100t por dia. A diferença de peso entre a recepção e a combustão deve-se ao fato de que a reciclagem de materiais e a secagem parcial do lixo ocorrem antes da combustão. Esse lixo pré-selecionado e seco é chamado combustível derivado de resíduos (CDR). O PUV propõe módulos com capacidade de 100t ao dia e esse limite de tamanho reflete a limitação da tecnologia nacional, oferecendo, porém, o benefício do tratamento descentralizado do lixo e da produção de energia, além da opção de uma instalação modular.

Os custos e receitas da atividade de seleção e reciclagem não foram contemplados neste estudo, pois se considerou que essa função será assumida por uma cooperativa de catadores de lixo. Isso representa um benefício social do projeto, devido à melhoria das condições de vida dos catadores.

O CTU ocupa uma área de 3.000m^2 no campus da UFRJ, na Ilha do Fundão, localizada às margens da Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro. Os RSM incinerados no projeto são coletados no próprio campus e transportados para a usina de transferência do Caju, a 5km de distância. Ali, o lixo é preparado pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (Comlurb), para que a experiência utilize uma composição constante do lixo. Se não houvesse o projeto, o lixo seria depositado a 20km de distância, no aterro Jardim Gramacho.

Avaliação financeira do projeto

Premissas e resultados básicos

O investimento necessário para a implementação do PUV inclui planejamento, construção e implementação da usina com capacidade de processar 150t por dia de RSM e efetuar a combustão de 100t ao dia de CDR. Considera também equipamentos necessários para produzir energia elétrica para suprir a usina e gerar um excedente de 2,1MW/h. A estimativa compreende a assistência operacional por dois meses e o capital de giro necessário. O volume estimado de investimentos é de R\$24.161.058, desembolsados no ano de

implantação, considerando-se que o terreno será cedido pelo município pelo tempo de duração do projeto, sendo devolvido, incluindo as instalações, ao final da vida útil.

Foi estimado um gasto total de R\$250.000 com terraplenagem, conexão ao sistema viário e paisagismo. Além disso, os custos das licenças gerais e ambientais devem ficar em torno de R\$150.000. Deve-se pressupor, também, um gasto pela necessidade de um processo completo de MDL, estimado em cerca de €75.000, incluindo o desenvolvimento da linha de base e a aprovação de uma nova metodologia, com outros €35.000 decorrentes da validação e registro do projeto MDL. Esses custos provavelmente poderão ser reduzidos em usinas comerciais posteriores do mesmo tipo, mas para o propósito deste estudo, a estimativa foi de R\$300.000. Há também despesas correntes de cerca de €35.000 por ano com o monitoramento e a verificação bianual do projeto MDL.

Em relação às fontes de financiamento, projetos no setor de energia ou saneamento, geralmente, têm condições favoráveis junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Neste estudo foi considerada uma linha de crédito específica para financiar a produção de energia, a partir de fontes renováveis (BNDES, 2006), de acordo com a Portaria MME nº 45 (BRASIL, 2004), denominada Proinfa. São financiáveis 80% do volume total de investimentos, com custo representado pela taxa de juros de longo prazo (TJLP) mais um *spread* de 3,5%, com amortização da dívida ocorrendo em 12 anos.

De abril de 2004 a dezembro de 2005, a TJLP foi de 9,75%, baixando para 9% no primeiro trimestre de 2006 (FINEP, 2006). A meta de inflação, que era de 5,5% em 2005, foi reduzida para 4,5% no início de 2006 (BCB, 2005); logo, a TJLP aumentou de 4,25% para 4,5%, em termos reais. Considerando o *spread* de 3,5%, o estudo assumiu uma taxa real de juros de 8% ao ano. Com o financiamento do BNDES, o capital dos acionistas necessário para o projeto seria de R\$4.972.211.

Para estimar as receitas esperadas do tratamento do RSM, usamos preços praticados pelo mercado. Diversos aterros brasileiros alcançaram sua capacidade máxima e novas soluções precisam ser encontradas, com os custos para o depósito em aterros sanitários novos e adequados sendo maiores. Dados disponíveis sobre um aterro sanitário no estado de São Paulo indicam valores entre R\$45 e R\$60/t de RSM (VINHEDO, 2004). Segundo dados obtidos pelo PUV em um seminário da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública, os valores para depositar em aterros sanitários variam entre R\$37 e R\$63. Para o depósito em aterros controlados são cobrados R\$25, enquanto os ANG cobram entre R\$2,35 e R\$20. Essas cifras são aproximadas, já que a qualidade dos aterros não é clara nem uniforme e não sabemos se os preços incluem os custos do terreno, a implementação e as provisões para o fechamento futuro e o monitoramento ou se cobrem apenas despesas operacionais. Para este estudo, usamos um valor mínimo de R\$30, um valor médio de R\$40 e um valor máximo de R\$50 por tonelada de RSM. De acordo com a capacidade da usina, de 150t de lixo por dia e um regime operacional de 340 dias ao ano, a operação tem capacidade anual de 51.000t.

Podemos esperar que os preços para o depósito de RSM subam com o aumento da população e do padrão de vida, à medida que as externalidades negativas se tornem mais aparentes e os espaços para aterros se tornem mais raros ou distantes. Isso indica que os preços para o depósito de RSM subirão acima da inflação. Por outro lado, eles sofrem influência governamental e, para ser conservador, este estudo considerou que o crescimento da receita apenas acompanhe a inflação.

O PUV foi projetado com um turbo gerador de 3MW e, depois de alimentar a própria demanda da usina, deve fornecer um excedente de 2,1MWh/h. Supondo que a usina opere 340 dias ao ano, ela poderá vender um volume anual de 17.233MWh. Alternativamente, pode-se calcular uma produção líquida de energia de cerca de 300kW por tonelada de RSM tratado ou de 500kW por tonelada de CDR.

É difícil fazer projeções de médio e longo prazos dos preços da eletricidade, pois a produção e distribuição de energia são rigidamente reguladas no Brasil e a oferta depende das circunstâncias climáticas, que têm causado fortes flutuações em anos recentes. Depois da crise energética e do racionamento de 2001 e 2002, o país experimentou uma diminuição da demanda e, conseqüentemente, um excedente de energia. Os preços projetados para as usinas novas são de R\$110 a R\$118, para as hidrelétricas, e de R\$121 a R\$128, para as modernas usinas de turbina a gás de ciclo combinado (CELPE, 2005).

Outra possibilidade para estabelecer o preço da energia do PUV é referir-se à lei brasileira de incentivo à energia renovável, Proinfa (nº 10.438, de 2002), que visa aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de produtores independentes autônomos, a partir de fonte eólica, biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas. A lei define que um volume inicial de 3.300MW dessa energia deve ser contratado com a garantia de preços mínimos e que uma expansão posterior deve aumentar a participação da energia renovável para cerca de 10%. Apesar de não ter sido contemplada em princípio, a geração de energia a partir de GAS foi aceita em regulamentação posterior (portaria MME nº 45, de 2004) e o PUV pôde reivindicar um *status* similar. Os valores mínimos atribuídos variam segundo a fonte de energia, e para o GAS foi definido um valor de R\$169,09/MWh.

Considerando as alternativas existentes para a determinação dos preços, o estudo usa um valor mínimo de R\$110, um valor médio de R\$125 e um valor máximo de R\$170, supondo que os preços da energia seguirão a inflação.

Examinando as receitas decorrentes do enquadramento do projeto no MDL, ao queimar os RSM, em vez de aterrá-los, evita-se a produção do GEE metano. Por outro lado, a incineração de RSM e do combustível auxiliar produz o GEE CO₂. Apesar de ser biogênico, quando atribuído à combustão de materiais orgânicos naturais, como papel e madeira, ele deve ser considerado emissão de GEE antrópica quando for atribuído à combustão de derivados de combustíveis fósseis, como os plásticos.

A geração líquida de reduções certificadas de emissões (RCE) é determinada pela mitigação de emissões de GEE em comparação com a linha de base líquida das emissões antrópicas diretas do projeto. Os cálculos são feitos de acordo com a metodologia categoria III.E Appendix B1 V05 da UNFCCC (UNFCCC, 2005), usada no DCP do projeto CTU. Quando necessário, são empregados os princípios e valores definidos pelo IPCC (1996) e também estimativas específicas do projeto.

Segundo o IPCC (1996), os RSM aterrados sofrem decomposição anaeróbica de seus materiais orgânicos naturais, como papel e restos de alimentos, um processo que gera biogás composto de cerca de 50% de CH₄, 45% de CO₂ e outros gases. O CH₄ produzido é considerado um GEE antrópico, pois está relacionado à atividade humana de aterrar os RSM. O CO₂ gerado por esse processo, apesar de ser um GEE, não é considerado antrópico, pois os materiais orgânicos naturais teriam se decomposto para dar origem a CO₂ de qualquer maneira, independentemente da atividade humana.

A determinação do fator de emissão da linha de base (FEB) é feita de acordo com a metodologia III E V05. Como os diferentes casos de linha de base e as circunstâncias levam a valores diferentes do FEB, os resultados para diferentes situações podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1
Fator de emissão da linha de base (FEB), em [tCO₂e/t(RSM)], para diferentes casos e suposições

Caso	I	II	III	IV	V
	Média rural MG	Média urbana SP	Média urbana RJ	Média Vitória	DCP (2005)
FEB	0,5925	1,1685	1,6191	1,2920	1,0541

Caso I: baseado na composição média do lixo das áreas rurais no estado de Minas Gerais e na suposição de que o projeto de linha de base é um ANG com menos de 5m de profundidade, típico das regiões rurais (PEREIRA NETO; DE PAULA NEVES, 1999).

Caso II: baseado na composição média do lixo da cidade de São Paulo e na suposição de um ANG com uma profundidade maior do que 5m (SÃO PAULO, 2003).

Caso III: baseado na composição média do lixo observada no Rio de Janeiro (COMLURB, 2003) e na suposição de um aterro controlado com cobertura de terra.

Caso IV: baseado na composição do lixo observada em Vitória e na suposição de um aterro controlado com cobertura de terra.

Caso V: baseado nos dados empregados para o projeto MDL do CTU, tal como exposto no DCP (CENTRO CLIMA, 2005).

Uma vez determinado o fator de emissão da linha de base, devemos calcular o fator das emissões diretas (FED) do projeto, para podermos chegar ao fator de mitigação (FM) do projeto, segundo a relação $FM = FEB - FED$.

As emissões diretas são compostas pelas emissões antrópicas de GEE geradas pela atividade do projeto. A incineração de materiais bioorgânicos, como madeira e papel, gera CO₂ que não é antrópico e, portanto, não é considerado emissão de GEE do projeto. Contudo, a incineração de qualquer componente orgânico gera traços dos GEE CH₄ e N₂O, que devem ser levados em conta. Este estudo calcula o fator de emissão da incineração (FEI), de acordo com a metodologia III E V05. As emissões de CH₄ e N₂O são determinadas usando os valores padronizados do IPCC. Diferenças em aspectos como a composição e o conteúdo de energia dos RSM podem levar a valores diferentes para o FEI. Na tabela 2, os resultados são apresentados para os cinco casos estudados.

Além dessas emissões de GEE inerentes ao processo de combustão, temos que levar em conta o CO₂ gerado pela combustão de componentes orgânicos fósseis dos RSM, como plásticos e borracha, e do combustível auxiliar usado no processo. Estes são apresentados na tabela 2 como fator de emissão de carbono antrópico (Feca), para diferentes casos e suposições. A tabela 2 também agrega as duas fontes de carbono antrópico para obter o FED do projeto.

Tabela 2
Cálculo do fator das emissões diretas (FED), com base no fator de emissão da incineração (FEI) e no fator de emissão de carbono antrópico (FECA), para diferentes casos e suposições. Todos os fatores em [tCO₂e/t(RSM)]

Caso	I	II	III	IV	V
	Média rural MG	Média urbana SP	Média urbana RJ	Média Vitória	DCP (2005)
FEI	0,05161	0,05324	0,05601	0,05848	0,03431
FECA	0,2646	0,50589	0,57349	0,43178	0,522011
FED	0,31621	0,55913	0,6295	0,49026	0,55632

Fonte:

Com base no fator de emissões diretas, podemos calcular o total de emissões de GEE antrópicas diretas do projeto, em função da capacidade da planta. Assumindo uma capacidade anual de 51.000t de RSM, chegamos a valores de 16.000 a 32.000t CO₂e ao ano. Como as emissões diretas de um projeto de pequena escala limitam-se a 15.000tCO₂e por ano, o PUV analisado passa a ser sujeito aos procedimentos de um MDL de plena escala. Devido à falta de metodologia apropriada, a avaliação da linha de base e a determinação do FM são feitas como previsto no DCP (2005), mas são assumidos os custos do desenvolvimento de uma nova metodologia.

A partir do fator de emissão da linha de base e do fator das emissões diretas, é possível calcular o fator de mitigação (FM), que quantifica a redução de CO₂e por cada tonelada de RSM incinerada. Os valores para os diferentes casos constam da tabela 3.

Tabela 3
Fator de mitigação (FM) em [tCO₂e/t(RSM)], para diferentes casos e suposições

Caso	I	II	III	IV	V
	Média rural MG	Média urbana SP	Média urbana RJ	Média Vitória	DCP (2005)
FM	0,2763	0,6093	0,9896	0,8017	0,4978

Fonte:

O exame dos dados indica que o caso rural descrito no caso I não é uma situação favorável para a implementação de um projeto MDL. O caso V, com dados do DCP (2005), tem valor limitado, devido à singular composição do lixo e à agregação distinta dos dados. Portanto, os casos II a IV são os mais relevantes para um projeto real. Para essa avaliação, estes valores foram a referência para definir um FM mínimo de 0,60, médio de 0,80 e máximo de 1,0.

É difícil identificar o preço do RCE para um projeto e ainda mais difícil calcular números gerais. Os preços dependem do risco específico do projeto e de sua qualidade em termos de sustentabilidade. Se for necessário o financiamento à base da venda de RCE a termo (também chamada de *forward*), teremos preços relativamente baixos, devido ao risco de não cumprimento, que pode ocorrer, por exemplo, caso um projeto MDL não seja aprovado pelo Conselho MDL. A fonte mais relevante para obter esse financiamento é o Banco Mundial (BIRD) e seus diversos fundos de carbono. De acordo com uma apresentação do Bird na Expo Carbono 2005, os preços médios pagos pelo banco por projetos convencionais de redução de GAS são de US\$4,5/t (GREINER, 2005). Os preços médios praticados pelo mercado, que incluem os projetos estabelecidos, são um pouco mais elevados, e, segundo PointCarbon (apud GTZ, 02.2006), em 2005 pagava-se um preço médio de € a €/t. Caso o projeto seja considerado de médio risco, devido à metodologia adotada e à reputação dos participantes, pode-se esperar preços em torno de € a €/t. Se for um projeto de baixo risco, pode-se esperar €/t, e para os projetos registrados, um preço aproximado de €2/t. No caso dos projetos registrados como padrão-ouro, o preço pode chegar a €15/t (GTZ, 2006).

Para essa avaliação, supusemos um valor mínimo de €, médio de € e máximo de €/t. Essas cifras supõem a venda com base em um contrato a termo e consideram que o projeto ainda não existe e que o PUV teria que passar por um processo MDL completo. Supusemos um período de crédito de 20 anos, mas consideramos que isso envolve o risco de que o projeto não seja renovado no sétimo ano, além da incerteza do período pós-2012. Ao converter os valores definidos anteriormente para o real brasileiro, aplicando as taxas de

câmbio vigentes no momento da conclusão do estudo (2-11-2005), obtivemos um valor mínimo de R\$10, médio de R\$16 e máximo de R\$22/t, usados na avaliação financeira. Podemos esperar que os preços subam acima da inflação, mas projeções específicas dependem de informações sobre os contratos de venda, sendo conservador supor preços constantes.

O projeto é sujeito a diferentes impostos, calculados sobre receita bruta ou movimentação financeira, e, de acordo com a Celpe (2005), os seguintes tributos se aplicam ao setor de energia, todos cobrados pelo governo federal:

- Cofins (Contribuição Social sobre o Faturamento) de 7,6% sobre a receita bruta das vendas de produtos e serviços;
- PIS/Pasep (Programa de Integração Social/Programa de Formação do Servidor Público) de 1,65% sobre a receita bruta;
- CPMF (Contribuição Provisória sobre Movimentações Financeiras) de 0,38% sobre o desconto de cheques ou outras formas de saque bancário.

Portanto, esses tributos no setor energético podem somar 9,63%. Como o projeto tem outras receitas com a venda de RCE e o tratamento de RSM, pode ser taxado com outros impostos, entre eles o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), estadual, e o ISS (Imposto sobre Serviços), municipal. A alíquota depende de cada município, mas não excede 5% sobre a receita bruta.

Em uma estimativa geral, a Usinaverde e este estudo trabalham com uma porcentagem de 13% de impostos sobre a receita bruta. A tabela 4 detalha a receita líquida do projeto.

Tabela 4

Estimativa da receita bruta e líquida do projeto, em R\$

Variáveis:	Suposições:	Fonte da receita		
		Depósito de RSM	Venda de energia	Venda de RCE
Preços em €/ t(RSM), €/ MWh, €/ tCO ₂ e	Pior caso	30	110	10
	Média	40	125	16
	Melhor caso	50	170	22
Volume por ano, em t (RSM), MWh, tCO ₂ e	Pior caso	51.000	17.234	30.600
	Média	51.000	17.234	40.800
	Melhor caso	51.000	17.234	51.000
Receita bruta (preço x volume por ano)	Pior caso	1.530.000	1.895.740	306.000
	Média	2.040.000	2.154.250	652.800
	Melhor caso	2.550.000	2.929.780	1.122.000
Receita líquida (alíquota de impostos de 13%)	Pior caso	1.331.100	1.649.294	266.220
	Média	1.774.800	1.874.198	567.936
	Melhor caso	2.218.500	2.548.909	976.140

Fonte:

Os custos operacionais e a depreciação foram calculados com base na informação fornecida pela Usinaverde, nas publicações do setor (CELPE, 2005) e em Clemente (2002). Os custos operacionais foram estimados pela CUV, com base nos materiais auxiliares, tais

como GLP, água e hidróxido de sódio, tendo como referência o volume operacional, e alcançam cerca de R\$537.540. O custo de manutenção e os gastos gerais são estimados em R\$352.414 por ano e se supõe outros R\$35.000 para o monitoramento MDL e a verificação bianual. Espera-se que os RSR possam ser vendidos como material de construção, por isso não foram previstos gastos com depósito em aterro, mas essas eventuais receitas foram desconsideradas.

Foi feito um planejamento detalhado dos gastos com pessoal: a CUV calcula que serão necessárias 50 pessoas para operar a usina e que os salários alcançarão R\$959.700 por ano, incluídos impostos e encargos sociais. Supusemos que todos os custos operacionais acompanharão a inflação. A depreciação foi calculada de forma linear para um período de 10 anos, conforme permitido pela Receita Federal, embora a vida útil física alcance horizonte de tempo superior.

A tabela 5 mostra as estimativas de lucro operacional a partir de diferentes suposições de receita líquida.

Tabela 5
Lucro operacional anual estimado, em R\$

Variáveis	Suposições:	Anos 1-10	Anos 10-20
Receita Líquida (13% de impostos)	Pior caso	3.246.614	3.246.614
	Caso médio	4.216.934	4.216.934
	Melhor caso	5.743.549	5.743.549
Despesas Operacionais		-1.814.654	-1.814.654
Depreciação		-2.486.106	
Lucro Operacional	Pior caso	-1.054.146	1.431.959
	Caso médio	-83.827	2.402.279
	Melhor caso	1.442.788	3.928.894

Fonte:

Com base no lucro operacional foram calculados o Imposto de Renda (IR) e a Contribuição Social Sobre o Lucro (CSSL). Como se supõe que o projeto irá operar no regime fiscal do lucro real, ele terá isenção desses tributos enquanto não obtiver lucro e poderá compensar prejuízos fiscais contra lucros futuros.

A tabela 6 resume a projeção do fluxo de caixa livre do empreendimento (FCLE) e do fluxo de caixa livre dos acionistas (FCLA), em termos reais, utilizando o lucro operacional baseado nas suposições do melhor caso da tabela 5. Para a projeção do FCLA assumiu-se um financiamento de 80% do investimento inicial e o pagamento de juros 8% ao ano, em termos reais, com a amortização da dívida ocorrendo até o 12^o ano.

Tabela 6
Projeção do fluxo de caixa livre do empreendimento (FCLE) e do fluxo de caixa livre dos acionistas (FCLA).
Valores em R\$1.000

Projeção do fluxo de caixa livre do empreendimento (FCLE)								
Ano	0	1	2	3	4	5	6	
Lucro Operacional	0	1.443	1.443	1.443	1.443	1.443	1.443	
Depreciação	0	2.486	2.486	2.486	2.486	2.486	2.486	
Impostos (IR / CSSL)		(467)	(467)	(467)	(467)	(467)	(467)	
Investimentos	(24.861)	-	-	-	-	-	-	
FCLE	(24.861)	3.462	3.462	3.462	3.462	3.462	3.462	
Ano	7	8	9	10	11	12	13-20	
Lucro Operacional	1.443	1.443	1.443	1.443	3.929	3.929	3.929	
Depreciação	2.486	2.486	2.486	2.486	-	-	-	
Impostos (IR / CSSL)	(467)	(467)	(467)	(467)	(1.312)	(1.312)	(1.312)	
Investimentos	-	-	-	-	-	-	-	
FCLE	3.462	3.462	3.462	3.462	2.617	2.617	2.617	
Projeção do fluxo de caixa livre dos acionistas (FCLA)								
Ano	0	1	2	3	4	5	6	
Lucro Operacional	0	1.443	1.443	1.443	1.443	1.443	1.443	
Depreciação	0	2.486	2.486	2.486	2.486	2.486	2.486	
Impostos (IR / CSSL)		-	-	(20)	(42)	(87)	(151)	
Amortização e Juros	0	(3.249)	(3.116)	(2.983)	(2.851)	(2.718)	(2.586)	
Investimentos	(4.972)	-	-	-	-	-	-	
FCLA	(4.972)	680	813	926	1.036	1.123	1.192	
Ano	7	8	9	10	11	12	13-20	
Lucro Operacional	1.443	1.443	1.443	1.443	3.929	3.929	3.929	
Depreciação	2.486	2.486	2.486	2.486	-	-	-	
Impostos (IR / CSSL)	(196)	(241)	(286)	(331)	(1.222)	(1.267)	(1.312)	
Amortização e Juros	(2.453)	(2.320)	(2.188)	(2.055)	(1.923)	(1.790)	(0)	
Investimentos	-	-	-	-	-	-	-	
FCLA	1.280	1.367	1.455	1.542	785	872	2.617	

Fonte:

A taxa adequada de desconto do FCLE é o custo médio ponderado de capital (WACC, da sigla, em inglês, *weighted average cost of capital*). Os custos de capital observados no setor de energia podem ser considerados uma referência, sendo razoável utilizar as taxas de 12%, 14% e 16%, em termos reais (ANEEL, 2005; ROCHA, GARCIA, 2005).

Resultados da avaliação

Todas as previsões foram feitas em termos reais; ou seja, em moeda de poder aquisitivo constante. A tabela 7 mostra os resultados da taxa interna de retorno (TIR) e do valor-presente líquido (VPL) obtidos com a avaliação do FCLE.

Tabela 7
Resultados da avaliação do FCLE (VPL em R\$ 1.000)

Indicador	Pior caso	Caso Médio	Melhor caso
TIR	-0,26%	5,45%	11,39%
VPL @ 12%	-15.234	-8.699	-882
VPL @ 14%	-16.263	-10.382	-3.425
VPL @ 16%	-17.115	-11.782	-5.53

Fonte:

Os resultados mostram que o projeto não é viável, do ponto-de-vista de um investidor privado, nos casos pior e médio, e que a TIR obtida na suposição do melhor caso está ligeiramente acima dos 11,26%, considerado WACC apropriado pela Aneel (ANEEL, 2005), mas visto como o limite inferior de um WACC aplicável no setor de energia (ROCHA; GARCIA, 2005).

O projeto não é atraente, considerando os preços regulares da eletricidade no Brasil e com os baixos preços de depósito de lixo existentes. Por outro lado, os preços diferenciados aplicáveis para o depósito em aterros sanitários, ou para a energia elétrica produzida segundo a regulamentação do Proinfa, são capazes de elevar a TIR a um patamar próximo ao que espera o investidor. Pode ser razoável assumir preços diferenciados para esses serviços, já que podem ser negociados de forma antecipada, limitando os riscos do projeto. Por essa razão, prosseguimos o estudo com a análise de diferentes combinações de preços diferenciados.

Comparamos o melhor caso da tabela 7 com as situações simuladas A e B. A situação A é definida por um preço diferenciado de R\$50/t para o tratamento de RSM, um preço médio de R\$125/MWh pela eletricidade e um preço diferenciado pelos RCE de R\$22/tCO₂e, em combinação com um FM de 1. A situação B supõe um preço médio de R\$40/t de RSM, em combinação com preços diferenciados para a eletricidade de R\$170/MWh, e para os RCE de R\$22/tCO₂e, além de um FM de 1.

É interessante também avaliar o impacto sobre o retorno para os acionistas da disponibilidade de linhas de financiamento do BNDES anteriormente mencionadas. Como a alavancagem financeira só interessa se o projeto tiver TIR acima do custo da dívida, as avaliações seguintes foram feitas utilizando diferentes combinações de preços. Os principais resultados constam da tabela 8.

Tabela 8
Resultados com financiamento de 80% dos investimentos
Os dados do melhor caso são idênticos aos da tabela 7
(VPL em R\$1.000)

Variáveis e resultados	Situação A	Situação B	Melhor caso
R\$ / t (RSM)	50	40	50
R\$ / Mwh	125	170	170
R\$ / tCO ₂ e	22	22	22
FM [tCO ₂ e / t (RSM)]	1	1	1
TIR	12,90%	15,61%	21,07%
VPL @ 12%	493	1.886	4.411
VPL @ 14%	-527	739	3.023
VPL @ 16%	-1.318	-160	1.924

Fonte:

A alavancagem financeira pode aumentar significativamente o retorno do capital social, com a suposição do melhor caso apresentando TIR em torno de 21%. As situações A e B indicam retornos razoáveis, se considerarmos a alta alavancagem e o fato de que a literatura emprega taxas entre 12% (ENGEVIX, 2005) e 15% (ANEEL, 2005) para o custo do capital social em termos reais.

Os dados mostram que a rentabilidade do projeto depende de preços diferenciados para a energia ou para o depósito de lixo. Um retorno superior é possível quando coincidem ambas as circunstâncias. Como uma limitação deste resultado, temos que considerar que a avaliação se baseia no pressuposto de que se obtém um preço diferenciado de R\$22/tCO₂e e de que um FM alto gera receitas significativas, decorrentes da venda de RCE. Em outras palavras, a viabilidade do projeto depende extremamente das receitas provenientes dos RCE. Como estes dependem de consideráveis riscos regulatórios, de registro e de mercado, não parece ser adequado prever um nível de preço médio ou alto, pelo menos para essa primeira usina comercial e na atual situação de mercado.

Simulações adicionais com as fontes de receitas e preços mostram que, mesmo no caso dos preços diferenciados para o depósito de RSM e da eletricidade, o projeto depende das receitas da venda de RCE. Observa-se que o projeto ainda pode oferecer um retorno razoável quando são aplicadas as suposições mínimas das receitas dos RCE, o que indica, implicitamente, a adicionalidade financeira do projeto, que não é atraente sem as receitas associadas ao MDL.

Os resultados obtidos para os diversos cenários mostram que, do ponto de vista comercial, o PUV, com uma capacidade de RSM de 150t por dia, é uma solução cara para a redução do GEE e para o depósito de lixo. Sua viabilidade financeira depende da obtenção duradoura de preços diferenciados para a eletricidade e o depósito de lixo. Ainda assim, o projeto depende da venda de RCE, o que acarreta consideráveis riscos em termos de preço e aprovação.

Para qualificar este resultado, devemos considerar que ele não é necessariamente representativo da tecnologia como um todo. Podemos ter em mente que a primeira solução comercial tentada deve ser mais cara do que os projetos subsequentes. Além disso, o projeto foi analisado como um módulo único de 150t de RSM ao dia, e uma capacidade maior traria redução de custos e eficiência de escala, melhorando o desempenho financeiro.

Com relação à projeção das receitas, este estudo assume limitações consideráveis, pois está baseado em dados de mercado escassos, pouco transparentes e de difícil generalização.

Podemos esperar que os preços do depósito de lixo subam consideravelmente no futuro, um fato que poderia ser mais bem avaliado em projetos específicos. Além disso, o estudo descartou o benefício da redução do transporte de RSM, que pode ser decisivo em determinadas circunstâncias.

Quanto ao preço da energia, esperamos poucas variações entre diferentes situações. No entanto, pode haver casos particulares onde a tecnologia seja competitiva devido à produção descentralizada de energia, que reduz o esforço de transmissão em longas distâncias. Outros casos especiais são a venda direta para consumidores industriais ou a produção para uso próprio. Deve também ser enfatizado que as receitas da comercialização dos RCE são cruciais para o projeto, trazendo riscos e oportunidades para os potenciais empreendedores.

Finalmente, podemos observar que a usina só será uma solução interessante em circunstâncias muito específicas de preço, escala, levando-se em conta ainda outros fatores operacionais.

Conclusão

Observamos que, do ponto-de-vista de um investidor privado, o projeto não será uma opção atraente, se considerarmos os preços de mercado atuais para a eliminação de RSM e para a eletricidade. Além disso, há riscos tecnológicos e o *status* como um projeto MDL não é seguro. Nessas circunstâncias, o projeto, pelo menos com a capacidade analisada de 150t de RSM ao dia, só será viável em condições específicas que garantam preços diferenciados. As atuais condições do mercado não favorecem a implementação da tecnologia WTE por investidores privados. Entretanto, como a sociedade poderá ter interesse em explorar os benefícios finais potenciais dessa tecnologia, uma discussão sobre ajustes de preços pode conduzir a um cenário que permita a implementação bem-sucedida.

Os passos iniciais já foram dados pela legislação brasileira, com o incentivo à energia renovável do Proinfa (Lei nº 10.438/2002). Garantir que a tecnologia seja aceita nos termos da lei aumenta seu potencial de utilização. O projeto traz benefícios decorrentes da redução de transporte dos RSM, gera empregos, crescimento econômico e aumenta a arrecadação de impostos, oferecendo possibilidades de avanço tecnológico. Além disso, melhora as condições de trabalho dos atuais catadores de lixo e libera terrenos de aterros para outros usos, reduzindo custos futuros de fechamento e monitoramento contínuo. À luz desses benefícios, poderá ser interessante avaliar se não seriam maiores do que os custos da eliminação de RSM em uma usina WTE.

Ao analisar a receita e os benefícios específicos da venda de RCE, observamos que o governo e a sociedade poderão ter interesse em apoiar esse tipo de projeto, pois além do impacto favorável no balanço de pagamentos, ele cria prestígio internacional e capital intelectual para assumir futuros compromissos com reduções de GEE e outras questões ambientais.

Finalmente, é necessário assinalar que a avaliação financeira não oferece indicações da confiabilidade técnica do projeto, o que deve ser abordado em um estudo complementar. As questões técnicas representam um risco para o investidor e a sociedade, mas o domínio dessa tecnologia pode ser visto como uma oportunidade para aprimorar o *status* tecnológico da economia e superar a dependência de tecnologia importada, oferecendo uma importante contribuição para o desenvolvimento sustentável regional e a redução da mudança climática global. Além do mais, o projeto pode ser economicamente viável na ótica da sociedade como um todo, aspecto a ser examinado em um prosseguimento desta pesquisa.

Referências

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.abrelpe.com.br/images/Panor2004.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2005.

ANEEL. **Metodologias para revisão tarifária periódica das concessionárias de distribuição de energia elétrica**. Brasília, DF: Aneel – Superintendência de Regulação Econômica, 2005. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2005/032/documento/nota_tecnica_n%C2%B0_122.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2005.

BCB. **Relatório de inflação**. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2005. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/relinf/direita.asp?idioma=P&ano=2005&acaoAno=ABRIR&mês=12&acaoMes=ABRIR&id=relinf200512>>. Acesso em: 10. mar. 2006.

BEEDE, David N.; BLOOM David E. The economics of municipal solid waste. **The World Bank Research Observer**, Oxford v.10, n.2, p.113-150, Aug. 1995. Disponível em <<http://wbro.oxfordjournals.org/content/vol10/issue2/index.dtl>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

BNDES. **Programa de apoio financeiro a investimentos em fontes alternativas de energia elétrica no âmbito do Proinfra**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/programas/infra/fontes_alternativas.asp>. Acesso em: 10 mar. 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Portaria MME nº 45/2004. Publicada no **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 abr. 2004. Seção 1, p.53.

CDM EXECUTIVE BOARD. **Guidelines for completing CDM-PDD, CDM-NMB and CDM-NMM**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/ingles/quioto/pdf/pddgloss.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2005.

CELPE. **Contribuição da Celpe sobre a proposta da Aneel de revisão tarifária periódica disponibilizada para a audiência pública nº 003/2005**. Brasil: Celpe, Grupo Neoenergia, 2005. Disponível em: <www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2005/003/contribuicao/celpe.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2005.

CENTRO CLIMA. **Small scale UNFCC CDM PDD – GS WWF – Usinaverde**, Centro Clima. Rio de Janeiro, Brazil, June 2005.

CLEMENTE A. **Projetos empresariais e públicos**. São Paulo, Atlas: 2002.

COMLURB. **Análises gravimétricas 2003**. Rio de Janeiro: Comlurb, 2003. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/comlurb/>>. Acesso em: 4. dez. 2004.

COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITY. Directive 1999/31/EC of 26. Apr. 1999 on the landfill of waste. **Official Journal**, L 182, p.1–19, 16 July 1999. Disponível em: <http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/1999/l_182/l_18219990716en00010019.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2005.

DIJKGRAAF, Elbert; VOLLEBERGH, Herman R. J. Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods. **Ecological Economics**, Elsevier, v.50, n.3-4, p.233-247, Oct. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VDY-4DGY7GG-1/2/0e107085bdafa87ef56ce62d1671f1cce>>. Acesso em: 2 jul. 2005.

EEA. **Europe's environment: the second assessment**. Copenhagen: European Environment Agency, 1998. Disponível em: <<http://reports.eea.eu.int/92-828-3351-8/en>>. Acesso em: 30 nov 2005.

ENGEVIX. **Anexo 8 da Contribuição da Celpe sobre a proposta da Aneel de revisão tarifária periódica disponibilizada para a audiência pública nº 003/2005**. Brasil: Celpe, Grupo Neoenergia, 2005. Disponível em: <www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2005/003/contribuicao/celpe.pdf>. Acesso em: 4.dez. 2005.

FINEP. **TJLP – taxa de juros de longo prazo**. Brasil: Finep, 2006. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/informacoes_financeiras/tjlp.asp>. Acesso em: 10 mar. 2006.

GREINER, S. **Municipal solid waste and carbon finance**. Presentation from March 7, 2005 Seminar on solid waste primers and lessons learned from World Bank projects. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/urban/urbanforum2005/ulwpresentations/sw/Greiner.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2005.

GTZ. **CDM Highlights 33**. Monthly newsletter of Climate Protection Programme. Newsletter maintained by Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Germany. Mensagem recebida por: climate@gtz.de em 28 fev. 2006.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **O cenário dos resíduos sólidos no Brasil**. Rio de Janeiro: Ibam, 2005. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publico/media/Boletim1a.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2005.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico, 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2005.

IPCC. **Revised 1996 IPCC guidelines for National greenhouse gas inventories reference manual**. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2005.

OLIVEIRA, Luciano B. **Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil**. 2004. 237p. Tese (D.Sc., Planejamento Energético) – Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

OLIVIER, J. G. J.; BERDOWSKI, J. J. M. Global emissions sources and sinks. In: BERDOWSKI, J., GUICHERIT, R.; HEIJ, B. J. (Ed.). **The climate system**. Lisse, The Netherlands: A.A. Balkema Publishers; Swets & Zeitlinger Publishers, 2001. p.33-78.

PEREIRA NETO J. N.; DE PAULA NEVES L. M. **Variação da composição gravimétrica e potencial de reintegração ambiental dos resíduos sólidos urbanos por região fisiográfica do estado de Minas Gerais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/>>. Acesso em: 29 set. 2005.

PORTEOUS, A. Energy from waste incineration – a state of the art emissions review with an emphasis on public acceptability. **Applied Energy**, v.70, p.157–167, 2001.

_____. Why energy from waste incineration is an essential component of environmentally responsible waste management. **Waste Management**, v.25, n.4, p.451–459, 2005.

ROCHA; GARCIA. **Do ranking das distribuidoras ao risco de crédito no pool** – a remuneração dos investimentos em geração elétrica no Brasil. Rio de Janeiro: Ipea, 2005. Texto para discussão nº 1.086 F.A. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/>>. Acesso em: 20 out.2005.

SÃO PAULO (Prefeitura). **Caracterização gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo**. São Paulo, 2003 Disponível em:

<www.prefeitura.sp.gov.br/servicos/upload/RelatorioGeral2003_1103568201.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2005.

UNFCCC. **Caring for climate** – a guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol. Bonn, Germany: The Climate Change Secretariat (UNFCCC), 2003. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/publications/caring_en.pdf>. Acesso em: 12 ago.2005.

_____. **Appendix B of the UNFCCC simplified modality and procedures for small-scale CDM Project activities**. Version 05: 27 February 2005. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Projects/pac/ssclismeth.pdf>>. Acesso em: 20 jun.2005.

VINHEDO. **Columna da Câmara Municipal Vinhedo**, Vinhedo, 2004 Disponível em: <http://www.maisvinhedo.com.br/coluna_camara.php?codigo=109&cod=1>. Acesso em: 15 dez. 2005.

www.rgsa.com.br