

Viabilidade econômica de projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo em aterro sanitário na cidade de Viçosa-MG

Leandro Gomes Oliveira (UFV) - leandrobaquim@hotmail.com

Alexandre Bragança Coelho (UFV) - acoelho@ufv.br

Caio César Medeiros Costa (UFV) - caiocesq@hotmail.com

Resumo:

Diante do contexto das preocupações relacionadas a questão ambiental, ratificou-se em 1997 o protocolo de Kyoto, com o objetivo de os países que assinassem o protocolo deveriam, entre o período de 2008 a 2012, reduzir em média 5,2% das suas emissões de gases do efeito estufa em relação a 1990. De modo a alcançar tais objetivos, foram criados os mecanismos de flexibilização entre eles o mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL. Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo fazer o cálculo da viabilidade econômica de se implantar um projeto de MDL no aterro sanitário na cidade de Viçosa. Para investigar a viabilidade econômica deste projeto, foram calculados o Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Os cálculos do VPL e TIR mostraram que para que esse projeto seja viável o preço do crédito de carbono teria que ser muito maior do que o comercializado hoje. Por isso, a conclusão foi de que o projeto é inviável economicamente. A principal razão para este fato é que a quantidade de lixo produzida diariamente pela cidade é relativamente pequena (19 toneladas/dia).

Palavras-chave: *Mecanismo de desenvolvimento limpo, viabilidade econômica e crédito de carbono, análise de custos.*

Área temática: *Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões*

Viabilidade econômica de projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo em aterro sanitário na cidade de Viçosa-MG.

RESUMO

Diante do contexto das preocupações relacionadas a questão ambiental, ratificou-se em 1997 o protocolo de Kyoto, com o objetivo de os países que assinassem o protocolo deveriam, entre o período de 2008 a 2012, reduzir em média 5,2% das suas emissões de gases do efeito estufa em relação a 1990. De modo a alcançar tais objetivos, foram criados os mecanismos de flexibilização entre eles o mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL. Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo fazer o cálculo da viabilidade econômica de se implantar um projeto de MDL no aterro sanitário na cidade de Viçosa. Para investigar a viabilidade econômica deste projeto, foram calculados o Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Os cálculos do VPL e TIR mostraram que para que esse projeto seja viável o preço do crédito de carbono teria que ser muito maior do que o comercializado hoje. Por isso, a conclusão foi de que o projeto é inviável economicamente. A principal razão para este fato é que a quantidade de lixo produzida diariamente pela cidade é relativamente pequena (19 toneladas/dia).

Palavras chaves: Mecanismo de desenvolvimento limpo, viabilidade econômica e crédito de carbono, processo de tomada de decisão,

Área temática: Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões

1.Introdução

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é um dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Kyoto. O objetivo desse mecanismo é que os países desenvolvidos financiem projetos de redução de emissões ou seqüestro de carbono em países em desenvolvimento, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável desses países. Em contrapartida, estes países obteriam Certificados de Emissões Reduzidas (CERs) podendo fazer o abatimento das metas que estes devem cumprir (FRANGUETTO e GAZANI, 2002).

Para se implementar um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, é necessário seguir alguns critérios, que vão desde a necessidade de promover a sustentabilidade do ambiente local até a cooperação com a integração regional e articulação com outros setores. Esses projetos podem ser em diversas áreas como: projetos de geração de energia, até aterros sanitários, entre outros (COSINI e FREITAS, 2008).

Entre os diversos projetos de MDL factíveis de serem criados, a implementação dos mesmos em aterros sanitários apresenta-se como uma alternativa atrativa aos municípios brasileiros. As vantagens desse tipo de projeto vão além das financeiras, haja vista que a disposição incorreta do lixo pode acarretar desde problemas ambientais até problemas de saúde da população.

De modo a evitar os problemas citados anteriores e outros advindos da disposição incorreta do lixo, o Estatuto das Cidades, que foi assinado em 2001, obriga cidades com mais de 20 mil habitantes a fazer Planos Diretores para gerenciamento de resíduos sólidos. A motivação desta obrigação foi estimular pequenas cidades a implantarem aterros sanitários,. De acordo com dados do IBGE, citados por Veloso e Costa (2004), nos municípios com até 50 mil habitantes, mais de 60% dos resíduos ainda são destinados aos lixões a céu aberto.

A responsabilidade da gestão de resíduos sólidos é quase sempre do município. Além de cumprir as legislações para implantar um aterro sanitário, a prefeitura tem que arcar com os custos de construção e administração do aterro. O início se dá com a elaboração de um projeto inicial por engenheiros especializados. Posteriormente, os custos de um aterro sanitário são provenientes da construção da estrutura física do aterro e de manutenção do local

após iniciadas as atividades. Os investimentos iniciais são principalmente para aquisição do terreno para a construção do aterro. Depois são incorridos os custos da estrutura do aterro como: administração; usina de triagem, que é o local onde o lixo é selecionado entre orgânico e inorgânico; as lagoas anaeróbias e facultativas, onde se faz o tratamento do chorume; as plataformas, onde o lixo é depositado para ser enterrado no final de cada dia e a captação de gás que é liberado da decomposição do lixo. Devido a todos esses custos, municípios de pequeno porte apresentam grande dificuldade para implantação de aterros sanitários.

Dessa forma, fica claro que o problema do custo de implantação de aterros sanitários é uma das principais restrições a empreendimentos desse tipo, especialmente em municípios pequenos. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), ao permitir que os municípios auferam renda com a venda de créditos de carbono por longo tempo após sua implantação, poderia funcionar como uma forma de estimular a implantação desses aterros e diminuir a restrição de custos de municípios pequenos.

O presente trabalho tem por finalidade verificar se existe viabilidade econômica para se implantar um aterro sanitário na cidade de Viçosa-MG e assim utilizar o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) para gerar créditos de carbono e conseqüentemente receita para a cidade.

Em relação ao município de Viçosa-MG, este está situado na Zona da Mata Mineira, possui aproximadamente 80 mil habitantes e sua produção diária de lixo é de cerca de 19 toneladas (Secretaria do Meio Ambiente – comunicação pessoal). A cidade possui ainda um aterro controlado, situado a cerca de 10 km do município, onde o lixo é depositado diariamente. O local possui as plataformas de compostagem e sistema de captação de gás, mas este é descartado para o meio ambiente, contribuindo para o efeito estufa. Assim, a cidade de Viçosa tem potencial para implementar projetos de MDL em seu aterro, gerando recursos para a cidade.

2. Metodologia

2.1 Cálculos das emissões da linha de base

No início das atividades de um aterro sanitário, a geração de biogás começa após alguns meses depois da deposição de resíduos sólidos (LACERDA *et al*, 2008). Desse modo, para calcular a quantidade de biogás que o aterro controlado de Viçosa está gerando, foi utilizada a metodologia AM001 do Conselho Executivo de MDL, metodologia essa, aprovada pelo Conselho Executivo de MDL para monitoramento direto das reduções de emissões de GEE's a partir da atividade do projeto de MDL. O plano de monitoramento executa a medição da quantidade de gás que está sendo queimado no aterro sanitário. A metodologia do cálculo das emissões de gases do efeito estufa da linha de base segue a seguinte fórmula (CONSELHO EXECUTIVO MDL, 2006):

$$Q_{T,y} = \frac{K * R_y * L_0 * \sum_{i=j}^T \sum_{j=y}^i [e^{-k(i-j)}]}{F}, \quad (1)$$

Onde: $Q_{T,y}$ representa quantidade de metano produzido durante o ano T ($m^3_{CH_4}$); K é a constante de decaimento; R_y equivale a quantidade de resíduos depositados no ano y (kg); L_0 é igual ao potencial de geração de metano ($m^3_{CH_4}/kg_{resíduos}$); T representa o último ano de vida útil do aterro; y refere-se ao ano de deposição do resíduo e F corresponde a fração de metano no biogás (%).

Essa fórmula calcula as emissões de gases que serão queimados anualmente nos flares¹ do aterro sanitário. O aterro sanitário começará suas atividades em 2010 e terá uma vida útil de 25 anos, terminando suas atividades em 2035. A quantidade de gases liberados pelo aterro depende das variáveis enunciadas na fórmula, como: quantidade de resíduos depositados por ano, potencial de geração de metano, ano de deposição e fração de metano que é contido no biogás.

A quantidade de metano produzida e conseqüentemente queimada é o que será transformado em créditos de carbono, podendo assim serem negociados posteriormente, ou seja, essa será a fonte de receita do projeto.

2.2 - Cálculos da viabilidade econômica de projetos de MDL

2.2.1 - Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente líquido é definido como o saldo dos valores dos fluxos de caixa do investimento, descontadas por determinada taxa em determinada data. Normalmente, usa-se a taxa de uma aplicação alternativa (WOILER E MATHIAS, 2008).

De acordo com Hirschfeld (1993 p.171), se o VPL for maior que zero, conclui-se que o empreendimento tem retornos maiores que a taxa utilizada, e assim apresenta-se como viável em comparação com a aplicação alternativa. No caso do VPL ser menor que zero, o empreendimento apresenta-se inviável e tem retornos menores que a aplicação alternativa. Se o valor for nulo, o investimento trará retornos iguais ao da aplicação alternativa. O valor presente líquido (VPL) será calculado pela seguinte fórmula:

$$VPL = \frac{\sum_{i=0}^n FC}{(1+r)^n}, \text{ onde} \quad (2)$$

Onde: FC apresenta a diferença entre as entradas e saídas de dinheiro provenientes das vendas da operação; n equivale ao período de tempo e r corresponde a Taxa de desconto utilizada.

3.2.2 - Taxa Interna de Retorno (TIR)

Outra ferramenta de grande importância que será usada no projeto é a taxa interna de retorno (TIR). De acordo com Buarque (1991, p.149), a TIR é o valor da taxa que iguala o valor atual correspondente do fluxo de custos ao valor atual correspondente do fluxo de benefícios e é calculada a partir dos próprios dados do fluxo de fundos do projeto. O projeto será considerado viável se a sua TIR for maior que a taxa da atividade alternativa, ou seja, maior que o custo de oportunidade.

A TIR fornece uma medida da rentabilidade do investimento permitindo sua comparação com investimentos alternativos no mercado (BUARQUE, 1991). As vantagens desse método é que assim como o VPL, ele reconhece o valor do dinheiro no tempo e as receitas ao longo de toda vida útil do projeto e é vantajoso em relação ao VPL, pois sua determinação baseia-se somente em dados próprios, ou seja, internos do projeto (MENDONÇA, 2008). Logo, a taxa interna de retorno é dada pela seguinte fórmula:

$$VPL = \frac{\sum_{i=0}^n FC}{(1+r)^n} = 0 \quad (3)$$

Em que a TIR é a taxa r que zera o VPL.

3.2.3 – Cenários

Para calcular o VPL e a TIR, são necessárias estimativas das receitas e das vendas dos créditos de carbono pela prefeitura de Viçosa. Como é difícil estimar estes preços para o período de 25 anos, preferiu-se construir cenários de comportamento de preços. Os cenários

¹ Flares são equipamentos que coletam o biogás de aterros sanitários e biodigestores e fazem a queima a uma temperatura acima de 500 °C.

utilizados para o cálculo da receita obtida a partir da venda dos créditos de carbono gerados no aterro sanitário de Viçosa serão os seguintes:

- Cenário pessimista: valor do crédito de carbono a € 10. Como se espera um aumento do valor do crédito de carbono no futuro (valor atual: € 12), devido à maior preocupação ambiental, este cenário foi chamado de pessimista.
- Cenário médio: valor do crédito de carbono a € 20. Esse cenário foi denominado como médio porque ele fica entre os outros dois cenários;
- Cenário otimista: valor do crédito de carbono a € 30. Esse cenário foi denominado como otimista porque o valor do crédito de carbono negociado na bolsa de valores hoje gira em torno de € 12.

As taxas de juros utilizadas para fazer os cálculos do VPL de cada cenário irão variar de 6% até 12% ao ano, para que se possa comparar a viabilidade econômica do projeto com a poupança.

Se de alguma forma esses valores não viabilizarem o projeto, ou seja, os cálculos do VPL (valor presente líquido) não forem zero ou positivos, serão feitos outros cálculos com novos preços do crédito de carbono até que esse VPL se torne positivo, para que se saiba qual é o nível de preço que tornaria o projeto de MDL viável economicamente.

3.2.4 - Fontes de dados

Os dados utilizados nesse projeto foram obtidos, de forma primária, através de entrevista com o chefe da Secretaria do Meio Ambiente de Viçosa. Utilizou-se também como parâmetro de comparação, a cidade de Visconde do Rio Branco, situada a 60 km da cidade de Viçosa, pois estas cidades possuem características similares, como a produção diária de resíduos sólidos e tamanho da população. A cidade de Visconde do Rio Branco possui um aterro sanitário, já implantado, e por isso a análise dos custos de implantação do aterro foram obtidas através de entrevistas na prefeitura da cidade com o responsável pela manutenção do aterro sanitário, o Engenheiro Civil Alexandre Roberto Pinto e o gerente do aterro, senhor Adir Martins.

Para se calcular as emissões de gases do aterro sanitário, utilizaram-se diferentes valores para as variáveis dos cenários. Os dados referentes à quantidade de lixo gerado diariamente na cidade de Viçosa foram cedidos pela Secretaria do Meio Ambiente através de entrevista com o senhor Altair de Souza. Esses dados foram ajustados anualmente em 2% para considerar o crescimento populacional e o aumento de renda.

A Fração de metano, a constante de decaimento e o potencial de geração de metano foram retirados do trabalho de Vieira et. al. (2006). Construíram-se diferentes cenários, pois os valores das incógnitas do cálculo das emissões de metano da linha de base dependem da composição dos resíduos sólidos. Assim, como não se conhece adequadamente essa composição, foram estipulados três valores para as incógnitas.

No cenário baixo, utilizou-se uma constante de decaimento $k= 0,05$, potencial de geração de metano $L_0 =0,15$ e fração de metano no biogás de $F= 55\%$. No cenário mediano, utilizou-se uma constante de decaimento $k= 0,07$, potencial de geração de metano $L_0 =0,175$ e fração de metano no biogás de $F= 55\%$. E no cenário alto, utilizou-se uma constante de decaimento $k= 0,09$, potencial de geração de metano $L_0 =0,20$ e fração de metano no biogás de $F= 55\%$. Assim, o cálculo das emissões em cada cenário apresentará diferentes valores fazendo assim um comparativo de qual seria o melhor cenário para se implementar o aterro sanitário. Os cenários foram construídos porque a composição dos resíduos sólidos depende de fatores econômicos e sociais e assim a geração de metano pode variar bastante.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Custos do aterro sanitário

Para implantar um aterro sanitário, é necessário um projeto com uma estrutura bem específica, de acordo com a resolução do CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986 (CONAMA, 1986) sobre os padrões e requisitos de desenho e funcionamento dos aterros sanitários. Por isso, os custos associados à implantação de um projeto são geralmente bem elevados. A tabela a seguir apresenta os custos de implantação associado a um aterro sanitário na cidade de Viçosa.

Tabela 1 – Custos de implantação e custos operacionais (anuais) do aterro sanitário de Viçosa.

	CUSTOS	Valor (R\$)
IMPLANTAÇÃO	1) Usina de triagem de materiais recicláveis	202.169,06
	2) Prédio da administração	29.231
	3) Posto de controle	13.690,84
	4) Fossa séptica do aterro sanitário	3.312,92
	5) Pátio de triagem da usina de triagem	125.753,12
	6) Projeto de MDL	218.040,00
	7) Construção das lagoas facultativas e anaeróbias	11.250,00
	8) Projeto técnico	10.000,00
	9) Despesas com funcionários	109.200,00
	10) Rede elétrica	16.500,00
	11) Cercamento da área	7.200,00
	12) Acesso permanente	30.000,00
	Subtotal	776.346,94
OPERACIONAL	1) Proteção de taludes com grama	15.000,00
	2) Cobertura diária	40.800,00
	3) Monitoramento operacional	36.480,00
	4) Monitoramento ambiental	12.000,00
	Subtotal	104.280,00

Fonte: Resultados da pesquisa – Elaborada pelos autores

4.2 - Estimativas das emissões

Para fazer as estimativas das emissões da linha de base, utilizou-se a metodologia AM001 de cálculo das emissões de gases do aterro sanitário. Essas emissões dependem da quantidade de resíduos que o aterro sanitário recebe e dos valores das variáveis usadas na fórmula. No presente trabalho, serão usados três cenários para as emissões de metano, assim podendo calcular as emissões em diferentes perspectivas para os 25 anos de vida útil do aterro sanitário de Viçosa. Estes cenários levam em consideração que a produção de metano depende da composição do lixo e foram baseados no estudo de Vieira et al.(2006). Os cenários são os seguintes:

- **Cenário baixo:** constante de decaimento $k=0,05$, fração de metano no biogás $F=55\%$ e um potencial de geração de metano $L_0=0,15$;
- **Cenário mediano:** constante de decaimento $k=0,07$, fração de metano no biogás $F=55\%$ e um potencial de geração de metano $L_0=0,175$;
- **Cenário alto:** constante de decaimento $k=0,09$, fração de metano no biogás $F=55\%$ e um potencial de geração de metano $L_0=0,20$;

A tabela 4 apresenta os valores do cenário baixo das emissões de metano. No primeiro ano de funcionamento, as emissões são iguais a 280,8 toneladas de CO_2 equivalente e no último ano de funcionamento as emissões são de 882,84 toneladas de CO_2 equivalente. A soma dos totais de emissões para o cenário baixo totaliza 14.530,39 toneladas de CO_2 equivalente. Esses valores são relativamente baixos, porque a quantidade de resíduos depositados diariamente é pequena. No aterro de Santa Tecla-RS são depositados diariamente 260 toneladas, uma quantidade muito maior que o aterro sanitário da cidade de Viçosa.

Tabela 2. Emissões de metano da linha de base para o cenário baixo.

Ano	Emissões de metano (toneladas de CO ₂ equivalente)			Ano	Emissões de metano (toneladas de CO ₂ equivalente)		
	Baixo	Mediano	Alto		Baixo	Mediano	Alto
2010	280,80	327,60	374,40	2024	582,27	768,61	945,10
2011	299,77	355,54	412,69	2025	607,04	804,68	1.006,42
2012	319,11	383,98	451,62	2026	632,30	841,43	1.060,42
2013	338,81	412,94	491,21	2027	653,04	878,86	1.110,90
2014	358,90	437,48	531,48	2028	684,29	916,99	1.162,27
2015	379,37	472,14	572,44	2029	711,04	955,84	1.214,55
2016	400,23	502,72	614,10	2030	738,31	995,84	1.267,77
2017	421,49	533,87	656,48	2031	766,17	1.035,73	1.312,95
2018	443,17	565,59	699,60	2032	794,46	1.076,81	1.377,09
2019	465,26	597,89	743,46	2033	823,35	1.118,66	1.433,23
2020	487,77	630,79	768,66	2034	852,81	1.161,30	1.490,39
2021	510,72	664,30	788,08	2035	882,84	1.204,75	1.548,48
2022	534,11	698,43	811,12	Total	14.530,39	19.075,54	23.770,34
2023	557,96	733,20	916,18				

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

A tabela 5 apresenta os valores das emissões referentes ao cenário mediano. Assim, o ano de 2010, as emissões de metano, são iguais a 327,6 toneladas de CO₂ equivalente e, com o decorrer das atividades, os resíduos são acumulados, gerando mais metano. No último ano de atividade do aterro, o ano de 2035, as emissões são 1.204,75 toneladas de CO₂ equivalente e o total de emissões de metano no cenário mediano é igual a 19.075,54 toneladas de CO₂ equivalente. No cenário mediano, as emissões são maiores que a do cenário baixo como era de se esperar. Esse aumento foi pouco significativo, pois as emissões ainda são relativamente baixas em relação a um aterro que seja auto-suficiente com a venda dos seus créditos de carbono para manter seu funcionamento.

Tabela 3. Emissões de metano da linha de base para o cenário mediano.

Ano	Emissões de metano (toneladas de CO ₂ equivalente)	Ano	Emissões de metano (toneladas de CO ₂ equivalente)
2010	327,60	2024	768,61
2011	355,54	2025	804,68
2012	383,98	2026	841,43
2013	412,94	2027	878,86
2014	437,48	2028	916,99
2015	472,14	2029	955,84
2016	502,72	2030	995,84
2017	533,87	2031	1.035,73
2018	565,59	2032	1.076,81
2019	597,89	2033	1.118,66
2020	630,79	2034	1.161,30
2021	664,30	2035	1.204,75
2022	698,43	Total	19.075,54
2023	733,20		

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

A tabela 6 apresenta os valores das emissões referentes ao cenário alto. O ano de 2010 as emissões são iguais a 374,4 toneladas de CO₂ equivalente. No decorrer dos anos, as emissões vão aumentando, chegando ao último ano de vida útil do aterro sanitário (2035) com um total de emissões de metano de 1.548,48 toneladas de CO₂ equivalente. O somatório de

todos os anos desse cenário totaliza 23.770,34 toneladas de CO₂ equivalente. Essa quantidade de emissões de metano é relativamente pequena: por exemplo, Vieira et al. (2006) encontraram um valor de 3.572.142 toneladas de CO₂ equivalente para o aterro de Canabrava, em Salvador-BA, para 30 anos de vida útil. Obviamente, esta diferença é explicada pela quantidade de resíduos depositados no aterro. De qualquer forma, esta pequena geração de metano irá se refletir no pequeno potencial de geração de créditos de carbono.

Tabela 4. Emissões de metano da linha de base para o cenário alto.

Ano	Emissões de metano (toneladas de CO ₂ equivalente)	Ano	Emissões de metano (toneladas de CO ₂ equivalente)
2010	374,40	2024	945,10
2011	412,69	2025	1.006,42
2012	451,62	2026	1.060,42
2013	491,21	2027	1.110,90
2014	531,48	2028	1.162,27
2015	572,44	2029	1.214,55
2016	614,10	2030	1.267,77
2017	656,48	2031	1.312,95
2018	699,60	2032	1.377,09
2019	743,46	2033	1.433,23
2020	768,66	2034	1.490,39
2021	788,08	2035	1.548,48
2022	811,12	Total	23.770,34
2023	916,18		

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados das emissões de metano, para os três cenários, são relativamente pequenos, devido à reduzida deposição de resíduos no aterro e isso influenciará nas receitas esperadas com a venda do metano, pois essas receitas serão provavelmente muito pequenas. Fazendo um comparativo com o aterro sanitário de Santa Tecla-RS, os resíduos depositados nesse aterro chegam a 260 toneladas diariamente (VANZIN *et al*, 2005), um valor muito maior do que o aterro de Viçosa. Assim, as emissões são diretamente proporcionais a quantidade de lixo gerada na cidade, e como a cidade de Viçosa é uma cidade com uma população pequena, as emissões serão também pequenas.

4.3 - Receitas Esperadas

As receitas esperadas são geradas a partir da venda dos créditos de carbono advindas das emissões evitadas de metano do aterro sanitário. A cotação dos créditos de carbono é determinada pelo mercado internacional, especialmente pela oferta e demanda de empresas e bancos, principalmente europeus. A cotação dos créditos de carbono é dada geralmente em euros e, no presente trabalho, a cotação do euro usada será a do dia 27 de maio de 2010, que foi R\$2,25/€.

As emissões do aterro sanitário são geradas com a deposição de lixo da cidade de Viçosa. No ano de 2010, não existiria receita porque as negociações das emissões são referentes à redução do ano anterior. Assim, em 2010 deveriam ser negociados os créditos referentes a 2009, ano em que não houve redução. Como no trabalho foram estipulados três cenários com diferentes preços para o crédito de carbono [um cenário de € 10, outro de € 20 e outro de € 30 à medida que se aumenta o preço, conseqüentemente aumenta-se o valor das receitas esperadas.

A tabela 7 apresenta as receitas para os três cenários de preços no cenário baixo de emissões de metano:

Tabela 5. Receitas referentes aos três cenários de preços para o cenário baixo de emissões de metano.

Ano	10	20	30
2010	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
2011	R\$ 6.318,07	R\$ 12.636,14	R\$ 18.954,21
2012	R\$ 6.744,93	R\$ 13.489,86	R\$ 20.234,79
2013	R\$ 7.179,96	R\$ 14.359,92	R\$ 21.539,88
2014	R\$ 7.623,33	R\$ 15.246,66	R\$ 22.869,99
2015	R\$ 8.075,21	R\$ 16.150,41	R\$ 24.225,62
2016	R\$ 8.535,76	R\$ 17.071,51	R\$ 25.607,27
2017	R\$ 9.005,15	R\$ 18.010,31	R\$ 27.015,46
2018	R\$ 9.438,58	R\$ 18.967,16	R\$ 28.450,74
2019	R\$ 9.971,22	R\$ 19.942,43	R\$ 29.913,65
2020	R\$ 10.468,24	R\$ 20.936,43	R\$ 31.404,73
2021	R\$ 10.974,85	R\$ 21.949,70	R\$ 32.924,55
2022	R\$ 11.491,23	R\$ 22.982,46	R\$ 34.473,69
2023	R\$ 12.017,58	R\$ 24.035,16	R\$ 36.052,74
2024	R\$ 12.554,10	R\$ 25.108,19	R\$ 37.662,29
2025	R\$ 13.100,99	R\$ 26.201,97	R\$ 39.302,96
2026	R\$ 13.658,45	R\$ 27.316,91	R\$ 40.975,36
2027	R\$ 14.226,72	R\$ 28.453,43	R\$ 42.680,15
2028	R\$ 14.805,99	R\$ 29.611,97	R\$ 44.417,96
2029	R\$ 15.396,49	R\$ 30.792,97	R\$ 46.189,46
2030	R\$ 15.998,44	R\$ 31.996,88	R\$ 47.995,32
2031	R\$ 16.612,08	R\$ 33.244,15	R\$ 49.836,23
2032	R\$ 17.237,63	R\$ 34.475,26	R\$ 51.712,89
2033	R\$ 17.875,34	R\$ 35.750,68	R\$ 53.626,02
2034	R\$ 18.525,34	R\$ 37.050,90	R\$ 55.576,36
2035	R\$ 19.188,21	R\$ 38.376,42	R\$ 57.564,64
Total	R\$ 307.023,89	R\$ 614.157,88	R\$ 921.206,96

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

Pode-se notar que para o cenário de € 10, a receita total para a vida útil do aterro é de R\$ 307.023,89; para o cenário de € 20, a receita total é de R\$ 614.157,88, e para o terceiro cenário de € 30, a receita total é de R\$ 921.206,96. Contudo, as receitas para cada ano de funcionamento do aterro sanitário para os três cenários são muito pequenas. O último ano de 2035 para os três cenários possui as receitas, respectivamente de R\$ 19.188,21, R\$ 38.376,42 e R\$ 57.564,64, receitas essas muito inferiores ao custo operacional do aterro sanitário (estimado em R\$ 104.280,00).

A tabela 8 também apresenta os valores das receitas para todos os anos de funcionamento do aterro sanitário de Viçosa. Para o cenário de € 10, a receita total é de R\$ 402.093,56; para o cenário de € 20, a receita total é de R\$ 804.187,11 e para o terceiro cenário de € 30, a receita total é de R\$ 1.206.280,67. Pode-se notar novamente, que para os três cenários as receitas de todos os anos são muito pequenas em relação aos custos operacionais do aterro. Assim, as receitas não cobrem nem os custos operacionais do aterro sanitário.

Tabela 6. Receitas referentes aos três cenários de preços para o cenário mediano de emissões de metano.

Ano	10	20	30
2010	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
2011	R\$ 7.371,08	R\$ 14.742,16	R\$ 22.113,25
2012	R\$ 7.999,60	R\$ 15.999,19	R\$ 23.998,79
2013	R\$ 8.639,56	R\$ 17.279,11	R\$ 25.918,67
2014	R\$ 9.291,19	R\$ 18.582,38	R\$ 27.873,58
2015	R\$ 9.843,32	R\$ 19.686,65	R\$ 29.529,97
2016	R\$ 10.623,17	R\$ 21.246,34	R\$ 31.869,52
2017	R\$ 11.311,29	R\$ 22.622,58	R\$ 33.933,87
2018	R\$ 12.012,06	R\$ 24.024,12	R\$ 36.036,18
2019	R\$ 12.725,74	R\$ 25.451,47	R\$ 38.177,21
2020	R\$ 13.452,58	R\$ 26.905,15	R\$ 40.357,73
2021	R\$ 14.192,85	R\$ 28.385,70	R\$ 42.578,55
2022	R\$ 14.946,83	R\$ 29.893,66	R\$ 44.840,48
2023	R\$ 15.714,78	R\$ 31.429,57	R\$ 47.144,35
2024	R\$ 16.497,00	R\$ 32.994,01	R\$ 49.491,01
2025	R\$ 17.293,77	R\$ 34.587,55	R\$ 51.881,32
2026	R\$ 18.105,39	R\$ 36.210,77	R\$ 54.316,16
2027	R\$ 18.932,14	R\$ 37.864,29	R\$ 56.796,43
2028	R\$ 19.774,35	R\$ 39.548,70	R\$ 59.323,04
2029	R\$ 20.632,31	R\$ 41.264,62	R\$ 61.896,94
2030	R\$ 21.506,35	R\$ 43.012,71	R\$ 64.519,06
2031	R\$ 22.396,80	R\$ 44.793,60	R\$ 67.190,40
2032	R\$ 23.303,98	R\$ 46.607,95	R\$ 69.911,93
2033	R\$ 24.228,22	R\$ 48.456,44	R\$ 72.684,67
2034	R\$ 25.169,88	R\$ 50.339,76	R\$ 75.509,64
2035	R\$ 26.129,81	R\$ 52.258,61	R\$ 78.387,92
Total	R\$ 402.094,05	R\$ 804.187,09	R\$ 1.206.280,67

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

A tabela 9 apresenta os valores das receitas geradas pela venda das emissões dos créditos de carbono para o cenário alto de emissões de metano. Para o cenário de € 10, a receita total para a vida útil do aterro é de R\$ 499.807,53; para o cenário de € 20, a receita total para os anos são R\$ 999.976,01, e para o terceiro cenário de € 30, a receita total é de R\$ 1.499.968,58. As receitas anuais para os anos de vida útil do aterro sanitário são novamente pequenas em relação ao custo operacional do aterro sanitário, estimados em R\$ 104.280,00.

Tabela 7. Tabela com as receitas referentes aos três cenários de preços para o cenário alto de emissões de metano.

Ano	10	20	30
2010	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
2011	R\$ 8.242,09	R\$ 16.848,19	R\$ 25.272,28
2012	R\$ 9.285,49	R\$ 18.570,98	R\$ 27.856,47
2013	R\$ 10.161,47	R\$ 20.322,94	R\$ 30.484,41
2014	R\$ 11.052,34	R\$ 22.104,67	R\$ 33.157,01
2015	R\$ 11.958,40	R\$ 23.913,79	R\$ 35.875,19
2016	R\$ 12.879,97	R\$ 25.759,93	R\$ 38.639,90
2017	R\$ 13.817,36	R\$ 27.643,72	R\$ 41.452,08
2018	R\$ 14.770,91	R\$ 29.541,82	R\$ 44.312,74
2019	R\$ 15.740,95	R\$ 31.481,90	R\$ 47.222,85
2020	R\$ 16.727,82	R\$ 33.455,63	R\$ 50.183,45
2021	R\$ 17.294,91	R\$ 34.589,81	R\$ 51.884,72
2022	R\$ 17.731,85	R\$ 35.463,71	R\$ 53.195,56
2023	R\$ 18.250,33	R\$ 36.500,66	R\$ 54.751,00
2024	R\$ 20.614,06	R\$ 41.228,11	R\$ 61.842,17
2025	R\$ 21.264,65	R\$ 42.529,30	R\$ 63.793,95
2026	R\$ 22.647,09	R\$ 45.294,19	R\$ 67.941,28
2027	R\$ 23.859,56	R\$ 47.719,12	R\$ 71.578,68
2028	R\$ 24.995,17	R\$ 49.990,33	R\$ 74.985,50
2029	R\$ 26.150,97	R\$ 52.301,94	R\$ 78.452,92
2030	R\$ 27.327,39	R\$ 54.654,78	R\$ 81.982,18
2031	R\$ 28.524,85	R\$ 57.049,69	R\$ 85.574,54
2032	R\$ 29.743,77	R\$ 59.487,54	R\$ 89.231,31
2033	R\$ 30.984,60	R\$ 61.969,19	R\$ 92.953,79
2034	R\$ 32.247,77	R\$ 64.495,55	R\$ 96.743,32
2035	R\$ 33.533,76	R\$ 67.067,52	R\$ 100.601,28
Total	R\$ 499.807,53	R\$ 999.976,01	R\$ 1.499.968,58

Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se que as receitas de todos os cenários elaborados não foram suficientes para cobrir nem os custos operacionais do aterro sanitário. Assim, seria necessário um aporte mensal da prefeitura do município, além é claro da necessidade em se cobrir o custo de implantação do aterro sanitário, de mais de R\$ 700.000,00.

4.4 - Cálculos do VPL

Nesta seção, serão apresentados os cálculos do VPL referentes às receitas e custos do aterro sanitário. Se os valores das receitas não viabilizarem o projeto, serão feitos novos cálculos para saber qual o valor mínimo de venda do crédito de carbono para que este projeto seja viável economicamente.

Os VPLs são calculados através da diferença entre os custos e receitas geradas pelo aterro sanitário. No trabalho, foram especificados que as taxas de juros variariam de 6% até 12% ao ano, de forma a englobar situações de maior ou menor custo de oportunidade. Os valores adotados para as taxas de juros buscam se aproximar de valores reais, isto é, taxas próximas aos rendimentos médios apresentados pelos investimentos mais populares no Brasil. A Tabela 8 apresenta os valores dos VPLs dos três cenários de preços para o cenário baixo de emissões de metano.

Tabela 8. VPL referentes aos três cenários para o cenário baixo.

Taxa de juros	Preço do crédito de carbono		
	10	20	30
6%	-R\$ 1.990.888,31	-R\$ 1.855.248,21	-R\$ 1.719.608,10
7%	-R\$ 1.884.320,92	-R\$ 1.764.330,45	-R\$ 1.644.399,99
8%	-R\$ 1.972.137,14	-R\$ 1.685.401,19	-R\$ 1.578.677,24
9%	-R\$ 1.711.977,52	-R\$ 1.616.540,44	-R\$ 1.521.103,35
10%	-R\$ 1.641.917,53	-R\$ 1.556.145,62	-R\$ 1.470.373,70
11%	-R\$ 1.580.380,68	-R\$ 1.502.921,53	-R\$ 1.425.462,39
12%	-R\$ 1.526.070,04	-R\$ 1.455.795,06	-R\$ 1.385.520,09

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

Pode-se notar que todos os valores são negativos para todas as taxas de juros. Com isso, o VPL mostra que o projeto é inviável economicamente. Isso ocorre por que todos os valores das receitas esperadas com a venda dos créditos de carbono são inferiores ao custo operacional do aterro sanitário.

A Tabela 9 apresenta o cálculo do VPL para o cenário mediano de emissões de metano. Para todas as taxas de juros, o VPL é novamente negativo. Dessa forma, o projeto não é viável economicamente porque, também para este cenário, as emissões não foram suficientes para gerar receita para cobrir os custos do aterro sanitário.

Tabela 9. VPL referentes aos três cenários para o cenário mediano.

Taxa de juros	Preço do crédito de carbono		
	10	20	30
6%	-R\$ 1.950.790,87	-R\$ 1.755.053,32	-R\$ 2.132.317,11
7%	-R\$ 1.849.260,81	-R\$ 1.694.210,26	-R\$ 2.009.539,14
8%	-R\$ 1.761.314,53	-R\$ 1.623.761,96	-R\$ 1.903.611,44
9%	-R\$ 1.684.736,64	-R\$ 1.562.058,67	-R\$ 1.811.740,15
10%	-R\$ 1.617.718,54	R\$ 1.507.747,63	-R\$ 1.731.650,33
11%	-R\$ 1.558.777,27	-R\$ 1.459.714,72	-R\$ 1.661.841,65
12%	R\$ 1.506.691,70	-R\$ 1.417.038,38	-R\$ 1.599.706,36

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

A Tabela 10 apresenta os valores do VPL levando-se em conta o cenário alto para as emissões de metano. Pode-se notar que os todos os valores continuam negativos. Assim, o projeto é inviável, mesmo para o cenário alto de emissões levando-se em conta os preços e as taxas de juros que constam na tabela.

Tabela 10. VPL referentes aos três cenários para o cenário alto.

Taxa de juros	Preço do crédito de carbono		
	10	20	30
6%	-R\$ 1.909.465,02	-R\$ 1.692.421,62	-R\$ 1.475.368,21
7%	-R\$ 1.813.132,82	-R\$ 1.621.953,28	-R\$ 1.430.775,74
8%	-R\$ 1.729.546,03	-R\$ 1.560.224,97	-R\$ 1.390.903,91
9%	-R\$ 1.656.649,52	-R\$ 1.505.884,43	-R\$ 1.355.119,34
10%	-R\$ 1.592.755,29	-R\$ 1.457.821,10	-R\$ 1.322.886,99
11%	-R\$ 1.536.477,63	-R\$ 1.415.115,44	R\$ 1.293.753,25
12%	-R\$ 1.486.674,06	-R\$ 1.377.003,11	-R\$ 1.267.332,15

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

Como especificado anteriormente, como não se encontrou VPL positivos, novos cálculos foram efetuados para saber qual são os valores dos créditos de carbono que viabilizariam o projeto. A tabela 11 apresenta os valores do VPL que viabilizam o projeto para o cenário baixo.

Tabela 11. Valores que viabilizam o projeto para o cenário baixo.

Taxa de juros	Preço do crédito de carbono		
	160	165	170
6%	-R\$ 60.856,40	R\$ 3.876,75	R\$ 68.609,89
7%	-R\$ 178.141,33	-R\$ 120.910,15	-R\$ 63.678,96
8%	-R\$ 275.546,46	-R\$ 224.669,43	-R\$ 173.792,40
9%	-R\$ 356.765,97	-R\$ 311.298,03	-R\$ 265.830,09
10%	-R\$ 424.756,86	-R\$ 383.916,43	-R\$ 343.076,01
11%	-R\$ 481.894,58	-R\$ 445.032,49	-R\$ 408.170,39
12%	-R\$ 530.094,33	-R\$ 496.668,95	-R\$ 463.243,57

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

Pode-se notar que os cálculos mostram que os valores tornam-se positivos quando o valor do crédito de carbono é maior ou igual a € 165. Valores muito além dos praticados atualmente que gira em torno de € 12. Dessa forma, parece pouco provável que uma situação como esta seja observada no futuro.

A Tabela 12 é referente ao cálculo do VPL para o cenário mediano. O valor do crédito de carbono do cenário mediano que tornam positivos os cálculos do VPL é de € 130 ou superior, muito além dos valores praticados atualmente citados acima.

Tabela 12. Tabela referente aos valores que viabilizariam o projeto para o cenário mediano.

Taxa de juros	Preço do crédito de carbono		
	120	125	130
6%	-R\$ 131.565,66	-R\$ 48.201,02	R\$ 35.163,62
7%	-R\$ 245.743,99	-R\$ 172.252,53	-R\$ 98.761,06
8%	-R\$ 340.136,43	-R\$ 274.991,64	-R\$ 209.846,84
9%	-R\$ 418.457,96	-R\$ 360.404,54	-R\$ 302.351,11
10%	-R\$ 483.677,86	-R\$ 431.679,00	-R\$ 379.680,15
11%	-R\$ 538.177,75	-R\$ 491.373,42	-R\$ 444.569,09
12%	-R\$ 583.874,60	-R\$ 541.548,27	-R\$ 499.221,95

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

A tabela a seguir é referente ao cálculo do VPL o cenário alto. Quando o crédito de carbono está sendo comercializado a € 100 ou mais, o projeto torna-se viável. Porém, como já se salientou, esse valor é muito elevado em relação ao comercializado hoje, o que torna sua observação pouco provável.

Tabela 13. Valores que viabilizam o projeto, para o cenário alto.

Taxa de juros	Preço do crédito de carbono		
	100	105	110
6%	R\$ 44.005,60	R\$ 152.532,30	R\$ 262.275,09
7%	-R\$ 92.525,94	R\$ 3.063,33	-R\$ 103.513,55
8%	-R\$ 205.656,48	-R\$ 120.995,95	-R\$ 29.180,11
9%	-R\$ 299.763,70	-R\$ 224.381,15	-R\$ 140.509,54
10%	-R\$ 378.347,92	-R\$ 310.880,85	-R\$ 234.266,36
11%	-R\$ 444.217,91	-R\$ 383.536,81	-R\$ 313.517,41
12%	-R\$ 499.635,48	-R\$ 444.800,01	-R\$ 380.751,67

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores

Em resumo, foram feitos novos cálculos para se descobrir quais valores viabilizariam o projeto. No cenário baixo, o valor do crédito deve ser de € 165 ou mais; no cenário mediano, o valor do crédito deve ser de € 130 ou mais e no alto, de € 100 ou mais. Esses valores viabilizariam o projeto, mas como o valor do crédito de carbono comercializado atualmente é de € 12, ou seja, os valores encontrados nos cenários baixo, mediano e alto são muito maiores do que o da atual conjuntura, não se espera que essas condições sejam observadas no futuro.

4.5 – Cálculos da TIR

Nesta seção, serão apresentados os cálculos da taxa interna de retorno (TIR).. A Tabela 14 apresenta os valores da TIR para o cenário baixo.

Tabela 14. Valores da TIR para o cenário baixo.

Valor do crédito de carbono €	TIR
115	0,21%
120	0,94%
125	1,62%
130	2,26%
135	2,87%
140	3,45%
145	4,00%
150	4,54%
155	5,05%
160	5,55%
165	6,03%
170	6,50%

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores.

Os valores do crédito de carbono que fazem com que a TIR seja positivo, para o projeto de MDL no aterro sanitário da cidade de Viçosa começam com 115 euros por cada tonelada de CO₂. A esse valor, a taxa interna de retorno é igual a 0,21%. Aumentando o valor dos créditos de carbono, o valor da TIR também aumenta: a € 120, a TIR é igual a 0,94%; a € 125, a TIR é igual a 1,62%, até chegar ao último valor calculado de € 170 a tonelada, em que a TIR é igual a 6,50%. Todavia considera-se improvável que os valores da tonelada de CO₂ atinja esses preços, haja vista os preços praticados hoje.

A tabela abaixo apresenta os valores da TIR referentes ao cenário mediano. Os valores do crédito de carbono que fazem com que a TIR seja positiva são € 90 ou mais por cada tonelada de CO₂. A esse valor a taxa interna de retorno é igual a 0,61%. Aumentando o valor dos créditos de carbono, o valor da TIR também aumenta: a € 95, a TIR é igual a 1,47%; a € 100, taxa é igual a 2,28%, até chegar ao último valor calculado de €130 a tonelada, em que a TIR é igual a 6,24.

Tabela 15. Valores da TIR que viabilizam o projeto de MDL no aterro sanitário da cidade Viçosa para o cenário mediano.

Valor do crédito de carbono €	TIR
90	0,61%
95	1,47%
100	2,28%
105	3,03%
110	3,74%
115	4,41%
120	5,05%
125	5,66%
130	6,24%

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores.

A Tabela 16 apresenta os valores da TIR referente ao cenário alto. Para este cenário, os valores que viabilizam o projeto são € 70 ou mais. A esse valor, a taxa interna de retorno é igual a 0,94%. A € 75, a TIR é igual a 2,01%; a € 80 igual a 2,99% e o último valor calculado, € 115 a tonelada, corresponde uma a TIR é igual a 8,38%.

Tabela 16. Valores do TIR para o cenário alto.

Valor do crédito de carbono €	TIR
70	0,94%
75	2,01%
80	2,99%
85	3,90%
90	4,75%
95	5,55%
100	6,30%
105	7,02%
110	7,71%
115	8,38%

Fonte: Resultados da pesquisa. Elaborado pelos autores.

4. Conclusões

Os resultados alcançados no projeto não foram os esperados, pois a geração de créditos de carbono para o município de Viçosa foi muito pequena, fazendo com que a receita seja pequena em relação aos custos de se implementar um aterro sanitário com projeto de MDL. As ferramentas utilizadas para se estabelecer a viabilidade econômica do projeto, como o VPL e a TIR, para os nove cenários, foram decisivas para determinar que o projeto é inviável, pois o VPL para os cenários das emissões de metano (baixo, mediano e alto) e para todos os cenários de preço (10, 20 e 30 euros) foram negativos. A TIR, nas mesmas condições acima, não pode ser determinada, porque todos os valores do saldo do fluxo de caixa são negativos, a esses preços.

Com os novos cálculos do VPL e da TIR, conseguiu-se estabelecer quais valores do crédito de carbono tornariam este projeto viável. Considerando que atualmente o valor de cada crédito de carbono está em torno de € 12, os valores calculados estão muito longe de se tornarem reais.

Assim, esse tipo de empreendimento para municípios de pequeno porte, como é o caso da cidade de Viçosa, é muito oneroso, pois na situação atual da cidade, as receitas que a venda dos créditos de carbono gerariam seriam muito menores do que os custos de se implementar e de funcionamento do aterro.

Uma alternativa possível seria que os municípios vizinhos da cidade de Viçosa fizessem um consórcio para a construção do aterro sanitário e depositassem lá todos os seus resíduos, aumentando assim a geração de metano e gerando mais créditos de carbono e,

conseqüentemente, mais receitas. Desse modo, o projeto poderia ser viável nas condições atuais de mercado, ou seja, com o acúmulo de resíduos das outras cidades, a geração de renda seria maior e a venda dos créditos de carbono não dependeria de um possível aumento de seu preço, tornando o projeto viável.

5. Referências Bibliográficas

ANDI- Agência de Notícias dos Direitos da Infância. Mudanças Climáticas: **O caminho dos acordos. 2008**. Disponível em : <www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/565> . Acesso 03 mar 2010.

BORTHOLIN, E.;GUEDES, B.D. **Efeito Estufa**. Disponível em:<www.educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/ee/Efeito_Estufa.html>. Acesso em 09 jan. 2010.

BOURSCHEIT, A. Valor especial de Créditos de carbono na Limpeza do Ar. **Rev. Valor Econômico**, maio 2008. Disponível em:<www.abnt.org.br/cb38/noticias_30_maio.html>. Acesso em 20 mar. 2010.

BUARQUE, C. **Avaliação Econômica de Projetos**, Rio de Janeiro; Campus 8.ed. 1991. 266p.

CONAMA. **Resolução CONAMA n° 001 do dia 23 de janeiro de 1986**. Disponível em:<[/www.antt.gov.br/legislacao/Regulacao/suerg/Res001-86.pdf](http://www.antt.gov.br/legislacao/Regulacao/suerg/Res001-86.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2011.

CONSELHO EXECUTIVO DE MDL. **Formulário do documento de concepção de projeto, Versão 03. 2006**.

Disponívelem:<www.braseco.com.br/.../MDL_DCP_Sereco_versao%20final_BK_08%2009.pdf>. Acesso em: 16 jun 2011.

COSINI, R. P.; FREITAS, C. R. W.S. **Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL: O Potencial Brasileiro**. São Paulo. 2008. Disponível em : <<http://www.miguelneto.com.br/mn/mdl.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2011.

CROCKER, T. D. A short history os environmental and resource economics. In: **Handbook of environmental and resource economics**. (Ed.) Jeroen C.J.M. Van Den Bergh. Cheltenham, UK; Northampton, Mass.: Edward Elgar Pub., 1999.

FRANGETTO, F.W.; GAZANI, F.R. **Viabilização jurídica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil - O Protocolo de Kyoto e a cooperação internacional**. São Paulo: Peirópolis; Brasília, DF: IIEB - Instituto Internacional de Educação no Brasil, 2002. 477p.

HIRSCHFELD, H. **Viabilidade Técnico-Econômico de Empreendimentos**. São Paulo; Atlas 2.ed. 1993. 211p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Brasília, 2000. Disponível em:<www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm>. Acesso em 10 jun 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000a**. Brasília, 2000. Disponível em:<www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb/lixo_coletado/lixo_coletado110.shtm>. Acesso em 15 jan. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000b**. Brasília, 2000. Disponível

em:<www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm>. Acesso em 14 jun. 2011.

LACERDA, G.B.M.; GUIMARÃES, H.H.R.; ANDRADE, E. S.M.M.; TEIXEIRA, G.P. FREITAS, M.A.V. **Biogás de Aterros: a Contribuição do Brasil na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e na Mitigação do Efeito Estufa através dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo**. Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: <<http://www.thecnna.com/pdf/cbe2008.pdf>> Acesso em 15 jun 2011

MENDONÇA, T.G. **Análise Comparativa da viabilidade econômica da plantação de mamão nos sistemas tradicionais e integrados**. Viçosa. 2008. 192p. Dissertação (Mestrado economia aplicada) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2008.

VIEIRA, R.P.; CASSEMIRO, E.; NETO J.L.C. Reversão do Passivo Ambiental: uma Implantação de MDL em um Aterro Sanitário de Salvador. In: SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia da Associação Educacional Dom Bosco, 3, 2006, Rio de Janeiro. **Anais** eletrônicos. Rio de Janeiro. 2006.

VANZIN, E.; PANDOLFO, A.; LUBLO, R.; STEFFENON, B. PANDOLFO, L.M. **Uso Do Biogás em Aterro Sanitário como fonte energia alternativa**: aplicação de procedimento para análise da viabilidade econômica no aterro sanitário metropolitano de Santa Tecla. 2005. (Mestrado em Engenharia e Arquitetura)-Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2002.

VELOSO, F.; COSTA, J. T. **Equação do lixo**. 08 jan. 2004. Disponível em: <www.oeco.com.br/todos-os-colunistas/51-flavia-veloso-e-joao-teixeira-da-costa/16671-oeco_10489>. Acesso em 10 jul 2010.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos**: planejamento, elaboração e análise. São Paulo: Atlas, 2008. 288p.