

O protocolo de Kyoto e seus benefícios para os aterros latino - americanos

THE KYOTO PROTOCOL AND THEIR BENEFITS FOR LATIN AMERICAN LANDFILLS

Luiz Gustavo Galhardo Mendes
Pedro Magalhães Sobrinho
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Engenharia, Campus Guaratinguetá - FEG
Departamento de Energia - DEN

RESUMO

Após um longo período de indefinições, a Rússia ratificou o Protocolo de Kyoto, permitindo que este entrasse em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005. O Protocolo de Kyoto permite que países em desenvolvimento apresentem projetos de mitigação de gases de efeito estufa (GEEs) e que estes, uma vez certificados, possam ser comercializados para países industrializados. O biogás produzido na decomposição de material orgânico apresenta em sua composição o metano. Ele é uma importante fonte de energia e um dos principais gases causadores do efeito estufa. Neste trabalho discute-se o potencial do uso do biogás proveniente de aterros sanitários com o objetivo de se estimar a potencialidade da geração de eletricidade e a obtenção e comercialização de certificados de emissões reduzidas (CERs) no “mercado de carbono”.

PALAVRAS CHAVE

Biogás. Protocolo de Kyoto. Energia. Gases de efeito estufa.

ABSTRACT

After a long period of indefiniteness, Russia ratified the Kyoto Protocol, allowing this to come into force on February 16, 2005. The Kyoto Protocol allows developing countries to present projects of mitigation of greenhouse gases (GHGs) and that these, once certificates, can be marketed to industrialized countries. The biogas produced in the organic material decomposition presents in its composition the methane. This is an important energy source and one of the main gases responsible to greenhouse effect. In this work the potential of the use of the biogas originated from sanitary landfill is discussed with the aim of esteeming the potentiality of the generation of electricity and the obtaining and commercialization of certificated emission reduction (CERs) in the “carbon

market.”

KEYWORDS

Biogas. Kyoto protocol. Energy. Green house gas.

INTRODUÇÃO

O Protocolo de Kyoto foi assinado em 1997, após a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) em 1992. O Protocolo estabeleceu metas para a redução nas emissões dos gases do efeito estufa (GEEs) para os países desenvolvidos e para os países em transição, os ditos países do Anexo B, um programa de comercialização das emissões dos gases do efeito estufa, além da necessidade de encontros futuros para o estabelecimento de penalidades pela falha em atingir as metas bem como regras e regulamentações do novo programa de comercialização das emissões (MAKARENKO, 2002). Os países não inscritos no Anexo B, incluindo todos os países da região da América Latina e Caribe (LAC - Latin America and the Caribbean), não têm compromisso quantitativo sob o Protocolo. No geral, o Protocolo de Kyoto afirma que as emissões de seis GEEs nos países do Anexo B devem estar, entre 2008 e 2012, 5,2 por cento abaixo dos seus níveis de 1990. Além das atividades nacionais, o Protocolo permite aos países adquirem os seus compromentimentos por meio de três “mecanismos de flexibilidade”:

- Comercialização Internacional das Emissões (ET - International Emissions Trading) – comercialização de autorizações para emissão entre países industrializados.
- Implementação Conjunta (JI - Joint Implementation) – criação de compensação pela emissão resultante de projetos implementados nos países industrializados.
- Mecanismo do Desenvolvimento Limpo (MDL

/ CDM – Clean Development Mechanism) – créditos de compensação pela emissão resultante de projetos em países não incluídos no Anexo B. Uma vez creditadas, as compensações passam a ser denominadas de certificados de emissões reduzidas (CERs).

Os mercados globais de carbono começaram a formar como resultado do reconhecimento crescente que o futuro incluirá sistema(s) ambiental(is) global com restrição ao carbono e, desse modo, instituições políticas e econômicas precisam modificar e/ou reduzir a sua dependência nos combustíveis fósseis. Desde o início do Protocolo de Kyoto, diversos fundos internacionais de carbono foram criados para auxiliar no desenvolvimento de projetos que reduzam as emissões antrópicas de carbono.

O Protocolo de Kyoto reflete esses obstáculos e age para incentivar os governos, as corporações e agências internacionais afetadas a tomarem medidas antes das possíveis medidas reguladoras (PRONOVE, 2002). O Protocolo resulta no que é normalmente referido como um sistema “cap and trade” (“cobrir e comercializar”) em que aos países comprometidos é dado um nível no qual eles precisam “cobrir” as suas emissões. Estima-se que, à medida em que esses países estabeleçam requisitos reguladores sobre as suas empresas nacionais para alcançar as metas de redução na emissão, a pressão reguladora sobre as empresas privadas para atingirem os níveis internos criará uma demanda pelos créditos compensatórios pelo seqüestro das emissões de carbono onde for presumidamente menos oneroso.

Um exemplo de alguns dos diversos fundos de carbono estabelecidos em função do Protocolo de Kyoto inclui três fundos estabelecidos pelo Banco Mundial, o Fundo Protótipo de Carbono (PCF- Prototype Carbon Fund), o Fundo de Carbono para o Desenvolvimento Comunitário (CDCF- Community Development Carbon Fund), e o Fundo BioCarbono. As Nações Unidas e o Instituto Conselho da Terra implementaram o Programa Mercado de Carbono da Conferência das Nações Unidas sobre o Comércio e o Desenvolvimento (UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development) / Instituto do Conselho da Terra de Geneva (ECIG - Earth Council Institute Geneva). Além disso, o governo da Holanda criou o Carboncredits, enquanto que o Reino Unido criou o “The Carbon Trust” (O Carbono Fiduciário) para atuarem como grupo capitalista de risco financiando tecnologia britânica de redução de carbono. Cada fundo de carbono ou compra-

dores potenciais de CERs focaliza de algum modo em objetivos diferentes e cada um tem requisitos qualitativos diferentes para os tipos de projetos que são elegíveis a financiamento. Esses fundos e compradores têm também procedimentos diferentes para o estabelecimento de qual projeto se qualifica e a forma com a qual as emissões são calculadas, revisadas e certificadas. Contudo, cada um desses fundos se apóia na ativação do Protocolo de Kyoto e nos critérios de processamento do CDM e JI para tornar “real” as reduções atingidas nas emissões.

O MDL do Protocolo, o qual permite a criação, emissão e venda de CERs para projetos realizados nos países em desenvolvimento, aumenta o incentivo financeiro para os órgãos ou empresas interessadas na busca da transferência de tecnologias limpas. A adição da venda de CERs para o fluxo financeiro do projeto pode aumentar a taxa interna de retorno financeiro (TIR) para um projeto. Isso é particularmente verdadeiro para os projetos dos resíduos sólidos relacionados com a coleta e destruição ou utilização do gás de aterro (LFG – Landfill Gas). Num horizonte de 100 anos, em comparação com o dióxido de carbono, o metano tem um potencial de aquecimento global (GWP – Global Warming Potential) 21 vezes mais eficiente em manter o calor dentro da atmosfera. Assim, a destruição do metano gera substantivamente mais redução nas emissões, por volume de gás, do que o dióxido de carbono. Recentemente, foram realizados estudos que sugerem que o GWP do metano deveria ser aumentado de 21 para 23, mas isso ainda tem que ter aceitação mundial. Caso isso ocorra, serviria somente para aprimorar a economia dos projetos de gestão do LFG. Na média, o aumento da TIR para os projetos de resíduos sólidos, envolvendo a destruição/utilização do metano, é superior a cinco por cento (FERNÁNDEZ, 2002).

Outras entidades do Anexo B, mesmo aquelas fora da cobertura de Kyoto, podem estar interessadas na compra dos créditos pelas emissões. Por exemplo, a legislação estadual em alguns estados dos Estados Unidos exige que as usinas elétricas limitem as suas emissões de dióxido de carbono e permite a compra de créditos externos pelas emissões para atingirem essa exigência (por exemplo, Oregon) (WORLD BANK, 2003). Empresas individualmente podem também estar interessadas em investir em tais projetos fora da cobertura de Kyoto, em termos de boas relações públicas, mesmo se não houver exigência reguladora que os obrigue.

Os requisitos detalhados podem variar dependendo do regime jurídico sob o qual o comprador deseje que as compensações pela emissão sejam validadas. Contudo, os conceitos e os componentes centrais de qualquer projeto de financiamento de carbono são provavelmente muito semelhantes. O texto a seguir baseia-se nos requisitos para o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto e são considerados como típicos nas atividades de financiamento de carbono e dos créditos atuais pela emissão de carbono.

O CICLO DO PROJETO MDL

Para se criar CERs, todos os projetos MDL precisam seguir um procedimento especificado (o Ciclo de Projeto MDL) delineado pela UNFCCC. A seção a seguir descreve resumidamente esse procedimento.

ENTIDADES PARTICIPANTES NO CICLO MDL

O Ciclo do Projeto do MDL requer o envolvimento de várias entidades diferentes. O que se segue delimita os nomes e as funções das diversas entidades participantes no ciclo MDL.

CONFERÊNCIA DAS PARTES / REUNIÃO DAS PARTES (COP/MOP - MEETING OF PARTIES)

Esse órgão tem autoridade sobre o MDL, além de fornecer orientações. O COP/MOP tem a decisão final sobre todas as recomendações feitas pela diretoria executiva (EB – Executive Board) relativas aos padrões DOEs (Designated Operational Entity) e de credenciamento. O COP/MOP é também responsável pela revisão dos relatórios anuais da EB (Executive Board) e pela distribuição regional tanto dos projetos DOEs como MDLs. Além disso, o COP/MOP deve auxiliar no arranjo dos recursos MDL (WORLD BANK, 2003).

DIRETORIA EXECUTIVA (EB - EXECUTIVE BOARD)

A Diretoria Executiva é composta por dez membros, cinco representando cada Grupo Regional da ONU, dois representando os países do Anexo B (países comprometidos com as metas de redução nas emissões no Protocolo), dois representando os países não incluídos no Anexo B (países que não se comprometeram com as metas de redução nas emissões no Protocolo de Kyoto) e um representando pequenos estados insulares em desenvolvimento (WORLD BANK, 2003). A EB é totalmente responsável ante a COP/MOP com relação aos procedimentos, credenciamento

de DOEs e pela distribuição regional de projetos e dos DOEs credenciados. Além disso, a EB publica informações como parte do MDL e age como guarda-registo para os projetos MDL.

PARTICIPANTES DO PROJETO (PP - PROJECT PARTICIPANTS)

Entidades do setor privado e/ou do setor público interessadas em participar no processo MDL estão obrigadas a assegurar que o projeto seja consistente com a documentação apresentada. São responsáveis pela escolha de uma DOE credenciada para validar e verificar as atividades dos seus projetos como parte do ciclo do projeto MDL. Ao registrar o projeto, um PP assinará um documento indicando os métodos de comunicação a serem utilizados com a EB e as alocações dos CERs.

ENTIDADE OPERACIONAL NOMEADA (DOE - DESIGNATED OPERATIONAL ENTITY)

Essas entidades são responsabilizáveis perante o COP/MOP através da EB e devem satisfazer os procedimentos estabelecidos pela EB. São selecionadas pelo PP, certificadas pela EB e são responsáveis pela validação do projeto MDL proposto e pela verificação e certificação das reduções nas emissões antrópicas dos gases de efeito estufa. São responsáveis pela apresentação de qualquer possível conflito de interesses surgidos com um projeto MDL, bem como pela manutenção de um registro para cada projeto pelo qual tenham realizado a validação, verificação e certificação.

ENTIDADE SOLICITANTE (AE - APPLICANTE ENTITY)

Essa entidade tem a autorização para apresentar novas metodologias a serem revisadas pela EB. Isso é permitido pela presunção de que a equipe de avaliação do MDL tenha sido nomeada pela EB para a AE e que a AE mantenha a documentação da nova metodologia apresentada à EB (WORLD BANK, 2003).

AUTORIDADE NACIONAL NOMEADA (DNA - DESIGNATED NATIONAL AUTHORITY)

Todos os PP devem selecionar uma DNA para o processo MDL (o escritório MDL). A Secretaria do MDL anuncia publicamente essa autoridade. O PP é obrigado a obter evidência por escrito da DNA de que a atividade do projeto apresentado ao processo MDL é voluntária e é consistente com o desenvolvimento sustentável no país anfitrião.

SECRETARIA DO MDL (CDM - SECRETARIAT)

A Secretaria é responsável pelo provimento dos serviços técnicos e de secretariado para a EB bem como para outros sub-comitês do MDL. Isso inclui a divulgação da informação apresentada à EB, tais como os documentos do desenho do projeto ou a descrição da metodologia aprovada através do sítio na internet da EB, além de manter um registro desses documentos durante todo a vida do projeto. Identifica também projetos promissores, fornece orientação e incentiva projetos para investidores externos.

PROCEDIMENTOS DO CICLO DE ATIVIDADES DOS PROJETOS MDL

O procedimento a ser seguido ao solicitar um projeto de MDL está sendo continuamente refinado à medida que as modalidades do Protocolo de Kyoto evoluem; entretanto, a premissa básica para cada marco tem sido definida e é apresentada abaixo.

DESENHO

Uma atividade do projeto é proposta ao se entregar um Documento de Desenho do Projeto (PDD-Project Document Design) ao DOE. O PDD inclui uma descrição geral do projeto, uma descrição da metodologia básica, a duração do projeto/período de crédito, a metodologia e o plano de monitoramento, cálculo das emissões de GEEs, impactos ambientais e comentários dos interessados.

Além disso, é exigido do PP obter evidência por escrito do país - anfitrião, através da DNA, que o projeto é uma ação voluntária.

Caso a atividade do projeto proposto venha a utilizar uma base de referência ou metodologia de monitoramento que não tenha sido previamente aprovada pela EB, esta metodologia deve ser apresentada à EB pelo do DOE ou AE ao ser preenchida a documentação relevante para a sua inclusão no PDD.

NOVA METODOLOGIA

O processo de avaliação de uma nova metodologia leva aproximadamente quatro meses. A metodologia proposta é encaminhada tanto para a EB como para o comitê de metodologia. Além disso, a metodologia fica à disposição do público para a sua revisão. O comitê de metodologia seleciona dois especialistas para avaliarem a metodologia proposta e apresentarem recomendações para a EB. O comitê de metodologia revisa essas recomendações e formula a sua própria

recomendação, que é levada em consideração pela EB. A EB aprova ou rejeita a nova metodologia (WORLD BANK, 2003).

VALIDAÇÃO

O DOE avalia independentemente a atividade do projeto com base no PDD em relação aos requisitos do MDL. Esses requisitos incluem evidência escrita do país anfitrião do empreendimento voluntário, além de todas as regulamentações do país anfitrião, ou outro órgão regulador com jurisdição sobre o local da atividade do projeto do MDL. É também exigido que o país anfitrião seja um país não incluído no Anexo B. O PP deve incluir o seu PDD e documentação de apoio, prova de que foi solicitado os comentários dos interessados locais em relação à atividade do projeto, ter sido analisado o impacto ambiental do projeto inclusive os impactos além fronteira e que as reduções de emissões resultantes do projeto sejam adicionais, dentro dos limites do projeto, e possam ser razoavelmente atribuídas à atividade do projeto. Deve também ser confirmado que as metodologias usadas para monitorar as reduções de emissões seja uma metodologia previamente aprovada pela EB ou que tenha sido apresentada à EB para revisão e aprovação dessa nova metodologia. O DOE é responsável também, como parte do processo de validação, pela solicitação e recebimento dos comentários das Partes, interessados e organizações não governamentais (ONGs) credenciados na UNFCCC.

REGISTRO

A atividade do projeto é apresentada para registro quando o DOE determinar que o projeto tenha sido considerado como válido. Essa validação é enviada para a EB por meio da apresentação de um relatório de validação, uma solicitação de registro e uma explicação de como os comentários foram recebidos durante a validação do processo de inscrição do projeto pela EB, e estará completo dentro de oito semanas após recebido o pedido de inscrição e a taxa de registro, a menos que uma das Partes ou três membros da EB requeiram uma revisão. Caso a revisão seja requerida, deve ser tratada dentro de duas reuniões do COP/MOP (aproximadamente seis meses) (WORLD BANK, 2003).

VERIFICAÇÃO

O DOE monitorará periodicamente a atividade do

projeto para verificar as reduções nas emissões alcançadas pelo projeto. Isso poderá incluir visitas ao local, uma revisão dos registros de desempenho, entrevistas com os participantes do projeto e interessados locais, coleta de mensurações, manutenção das práticas estabelecidas, além de testes de exatidão do equipamento de monitoramento para assegurar a validade das reduções nas emissões e das metodologias usadas para calculá-las. Os resultados da verificação serão disponibilizados tanto para o público em geral como para a EB no formato de um relatório de verificação.

CERTIFICAÇÃO

O DOE emite um relatório escrito, baseado em seu relatório de verificação, que a atividade do projeto atingiu uma certa quantidade de reduções de emissão durante um período de tempo especificado. Este documento é disponibilizado para os PP, Partes, EB e para o público. Esse relatório constitui também uma solicitação para a emissão dos CERs.

EMIÇÃO

A emissão dos CERs será considerada final depois de 15 dias, a não ser que uma das Partes do PP ou, pelo menos, três membros da EB solicitem uma revisão. Se for solicitada uma revisão, ela deverá ser realizada dentro de 30 dias após a sua solicitação e a decisão deverá ser conhecida pelos PP e pelo público (WORLD BANK, 2003).

Sob instruções da EB, o administrador de registro de MDL emitirá a quantidade de CERs especificada na conta pendente da EB no registro de MDL. O número de CERs exigido para cobrir as despesas e auxiliar nos custos de adaptação serão lançados nas contas de gestão do MDL apropriado. O saldo dos CERs será lançado nas contas do PP de acordo com a sua solicitação.

GERAÇÃO DE METANO

Segundo CETESB/SMA (2003), existem diferentes métodos para calcular a quantidade de metano gerado, desde métodos que apresentam uma aproximação grosseira, considerando somente a quantidade de resíduo sólido doméstico (RSD) disposta no aterro, até métodos que considerem uma cinética de geração de biogás em função de três tipos importantes de parâmetros (condições climáticas locais, concentração de nutrientes no solo e composição do resíduo).

Algumas metodologias para estimativa teórica da

produção de gás metano em locais de deposição de resíduos sólidos urbanos são encontradas na literatura. Esses métodos variam em suas considerações, em sua complexidade e na quantidade de dados de que necessitam.

O Método de Decaimento de Primeira Ordem I (USEPA, 1996; IPCC, 1996) considera a geração de metano por uma quantidade de resíduo depositada no ano x durante os anos posteriores. Como a cada ano novas quantidades de resíduos são depositadas, a quantidade de metano gerada em um determinado ano será igual à geração do resíduo depositado no ano T somada das gerações dos resíduos depositados nos anos anteriores, referenciadas no ano T (CETESB/SMA, 2003).

$$Q_T = F \cdot R_x \cdot k \cdot L_0 \cdot e^{-k(T-x)} \quad (1)$$

Sendo:

Q_T = metano gerado no ano T [m^3 /ano];

F = fração de metano no biogás [%];

R_x = quantidade de resíduo depositado no ano x [kg];

k = constante de decaimento [ano^{-1}];

L_0 = potencial de geração de biogás [m^3 de biogás/kg RSD];

T = ano atual;

x = ano de deposição do resíduo

O potencial de geração de metano (L_0) representa a produção total de metano (m^3 de metano por tonelada de lixo). O valor de L_0 é dependente da composição do resíduo e, em particular, da fração de matéria orgânica presente. O valor de L_0 é estimado com base no conteúdo de carbono do resíduo, na fração de carbono biodegradável e num fator de conversão estequiométrico. Valores típicos para esse parâmetro variam de $125 m^3$ de metano por tonelada de resíduo a $310 m^3$ de metano por tonelada de resíduo (WORLD BANK, 2003). Uma maior compactação do resíduo não tem efeito direto no parâmetro de L_0 . No entanto, a compactação e a densidade do lixo tem um efeito direto na massa de lixo num dado volume e, portanto, no potencial de quantidade de LFG que pode ser produzido durante algum tempo, bem como nas características de desempenho dos sistemas que serão necessários para coletá-lo.

A constante de decaimento (k) representa a taxa de decomposição biológica de primeira ordem para a qual o metano é gerado depois da disposição do resíduo. Essa constante é influenciada pelo teor de umidade, pela disponibilidade de nutrientes, pelo pH e

pela temperatura.

Valores típicos de k variam de $0,02 \text{ ano}^{-1}$ para aterros secos a $0,07 \text{ ano}^{-1}$ para aterros úmidos. O valor padrão utilizado pela (USEPA,1994; USEPA, 1997) para lugares com uma precipitação maior que 635mm por ano é de $0,05 \text{ ano}^{-1}$. Este valor é considerado na produção de uma estimativa razoável de geração de metano para certas regiões geográficas e sob determinadas condições.

O resíduo disposto anualmente (R_x) é variável e depende de fatores como a taxa de crescimento populacional, taxa de RSD produzido por habitante ao ano e da porcentagem de resíduos que é coletada e disposta no aterro. A multiplicação de todos esses fatores originam os valores de R_x .

A estimativa de soma das vazões (ΣQ_T) de metano é dada pela Eq.(2), que representa a soma das vazões de metano correspondentes às quantidades de resí-

$$\sum Q_T = F \cdot k \cdot L_0 \cdot \sum R_x \cdot e^{-k(T-x)} \quad (2)$$

Sendo:

ΣQ_T = estimativa da soma das vazões de metano no ano considerado [$\text{m}^3\text{CH}_4/\text{ano}$]

Portanto, essa estimativa é feita ano a ano, obtendo-se com isso a emissão de metano do aterro durante toda a sua vida útil e pelos anos seguintes após o seu fechamento.

Tabela 1 - Dados para a estimativa da geração de metano por um aterro fictício

Ano de abertura do aterro	1
Ano de fechamento do aterro	15
Tempo que o aterro permanece fechado gerando biogás	20 anos
População atendida pelo aterro	400.000 habitantes
Taxa de crescimento populacional	1,0% ao ano
Taxa de geração de resíduos "per capita" diária	0,5 kg RSD/hab/dia
Taxa de resíduos coletados que são depositados em aterro	88%
Constante de decaimento (k)	$0,07 \text{ ano}^{-1}$
Potencial de geração de metano	$0,25 \text{ m}^3$ de metano/kg RSD
Fração de metano no biogás	50%

Ao aplicar-se os dados da Tabela 1 na Eq. (2) é possível se obter a Fig. 1.

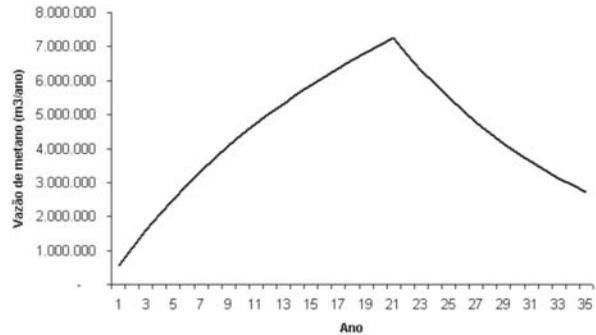


Figura 1- Geração de metano

ESTIMATIVA DA POTÊNCIA ELÉTRICA

Após serem feitas todas as considerações sobre a produção de metano, pode-se estimar a potência elétrica disponível para o metano.

Para a realização da estimativa da potência elétrica disponível para o biogás, considerou-se que este passará por um processo de separação e purificação para que somente o gás metano seja aproveitado, fornecendo um combustível de poder calorífico inferior (PCI) de $35,53 \text{ MJ/m}^3$ (8.500 kcal/m^3).

Considerou-se um motor de combustão interna acoplado a um gerador sendo o rendimento do motor de 33% e a eficiência do gerador de 100%.

Considerou-se também que a eficiência de coleta do biogás foi de 100%.

Para o cálculo da potência utilizou-se a Eq. (3):

$$Pot_{util} = \frac{Q_{CH_4} \cdot PCI_{CH_4} \cdot n}{31.536.000} \quad (3)$$

Sendo:

Pot_{util} : Potência [MW];

Q_{CH_4} : Vazão de metano [$\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{ano}$];

PCI_{CH_4} : Poder calorífico inferior [$\text{MJ/m}^3 \text{CH}_4$];

31.536.000: fator de conversão [s/ano];

n : eficiência do motor [%].

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO

O valor usado como referência para o certificado emissões reduzidas (CERs) do mecanismo mencionado (MDL) é US\$ 5/ tCO_2 .

Para o período do ano 1 até 35, a produção de gás foi de $155.635.290 \text{ m}^3$ de CH_4 , esse valor equivale a

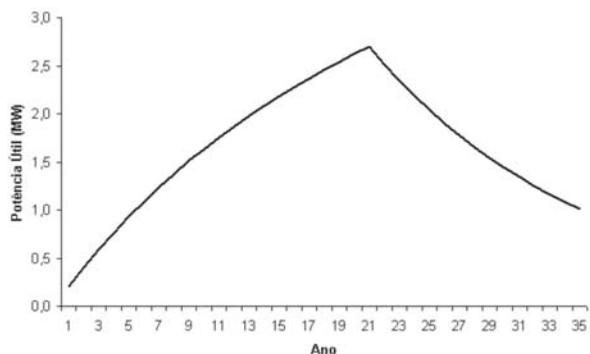


Figura 2 - Potência útil

2.342.420 t CO₂ (considerando a densidade do metano igual a 0,7167 kg/m³).

O valor obtido com a venda de CERs para o período apresentado na tabela é de US\$ 11.712.100,00.

CONCLUSÕES

Os aterros sanitários representam um grande problema quando mal planejados e administrados e a utilização do gás metano para a geração de energia é uma forma inteligente de desenvolvimento sustentável tendo em vista a grande quantidade de emissões que seriam evitadas de serem lançadas na atmosfera. Os benefícios ambientais apresentados são bastante expressivos e por meio deles podem ser obtidos “créditos de carbono” os quais podem ser vendidos a países industrializados conforme o MDL previsto no Protocolo de Kyoto.

A comercialização da energia produzida a partir dos aterros é extremamente oportuna, diante do processo de liberação que vivem alguns países da América Latina. Torna-se fundamental compreender esse processo de liberação, procurando identificar as melhores oportunidades para novos produtores de energia.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi baseado em materiais cedidos pelo engenheiro e gerente de questões globais da CETESB, João Wagner Alves ao qual dedico a minha gratidão.

REFERÊNCIAS

- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Relatório técnico n. 2 com convênio SMA/MCT: aterros. São Paulo: CETESB, 2003. 349p.
- FERNÁNDEZ, A. F. En Breve, Nov. 2002. Disponível em <http://www.inweb18.worldbank.org/External/lac/> Acesso em: dd mmm. Aaaa.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Guidelines for national-greenhouse Inventories: Reference Manual* V.3, 1996. pp. 14-22.
- MAKARENO, J. *The Kyoto Protocol & Global Warning*. 2002.
- PRONOVE, G. *The Kyoto Protocol and the Emerging Carbon Market*. February. 2002
- UNITED STATES OF AMERICA. Environmental protection agency. *Recommended changes to the proposed municipal solid waste landfill new source performance standards and emission guidelines*, Environment protection agency, 1994.
- UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. Office of air and radiation. *A guide for methane mitigation projects – Gas to energy at landfills and open dumps* Environment protection agency, 1996. 67p.
- UNITED STATES OF AMERICA. Environment protection agency. *Energy project landfill gas utilization software (E-PLUS) : user's manual*. Environment protection agency, 1997. p. 30-41.
- WORLD BANK. *Handbook for the preparation of landfill gas to energy projects in Latin America and Caribbean*. World Bank. October, 2003. pp. 56-62.