



**MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO
FORMULÁRIO DO DOCUMENTO DE CONCEPÇÃO DO PROJETO (MDL- DCP)
Versão 03 –em vigor desde: 28 de julho de 2006**

SUMÁRIO

- A. Descrição geral da atividade do projeto
- B. Aplicação de uma metodologias de linha de base e monitoramento
- C. Duração da atividade do projeto / período de obtenção de créditos
- D. Impactos ambientais
- E. Comentários dos atores

Anexos

- Anexo 1: Informações de contato dos participantes da atividade do projeto.
- Anexo 2: Informações sobre financiamento público
- Anexo 3: Informações sobre a linha de base
- Anexo 4: Plano de monitoramento

**SEÇÃO A. Descrição geral da atividade do projeto****A.1 Título da atividade do projeto:**

Projeto de Gás de Aterro Sanitário de Feira de Santana.
Versão 2.
10 de Setembro de 2007.

A.2. Descrição da atividade do projeto:

O objetivo do Projeto de Gás de Aterro Sanitário de Feira de Santana é captar e utilizar o gás de aterro sanitário (biogás) gerado através da decomposição dos resíduos orgânicos depositados no local do Aterro Sanitário de Feira de Santana. Tal objetivo envolverá o investimento em um sistema de coleta de gás de aterro sanitário, uma estação de queima e em equipamentos para a geração de eletricidade e/ou energia térmica. Os principais componentes do gás de aterro sanitário são o metano (CH₄) e o dióxido de carbono (CO₂), ambos gases de efeito estufa (GEE) previstos pelo Protocolo de Quioto. A queima do gás de aterro sanitário para gerar energia envolve a destruição do metano, levando assim à redução de emissões de GEE. O gás de aterro sanitário usado para gerar energia no local do aterro irá gerar reduções adicionais de emissões de GEE, como o CO₂ que seria emitido se a energia fosse originada por um combustível fóssil.

A Qualix Serviços Ambientais Ltda. (Qualix) é uma empresa privada com foco na qualidade ambiental para os centros urbanos, especializada na limpeza, coleta, transferência e disposição de resíduos sólidos urbanos. O aterro é de propriedade e operação da Qualix; portanto, esta é a proponente do projeto de MDL.

O local do aterro ocupa uma área de 36 hectares, planejada para o tratamento e disposição do resíduo municipal. A área ao redor do aterro pode ser considerada úmida, com uma média anual de precipitação de 870 mm e uma temperatura média de 28°C. Classifica-se o clima da região como “tropical com chuvas de inverno”.

O aterro começou a receber resíduos em 2002, e até o final de 2006, mais de 500 mil toneladas de resíduos já haviam preenchido mais de 4 dos 10 hectares da fase presente do aterro. Quando o preenchimento estiver completo, estima-se uma espessura máxima de resíduos da ordem de 45 metros; atualmente, a altura máxima do aterro está em torno de 25 metros. Estima-se uma vida útil de 14 anos para esta primeira fase, a qual se encerrará em 2013. Atualmente, a taxa média de preenchimento do aterro é de 365 toneladas por dia, ou superior a 130 mil toneladas por ano. Para os próximos anos, espera-se um aumento de até 3% ao ano na taxa de disposição de resíduos.

Atualmente, existem 8 drenos de gás de aterro (ou poços de gás passivos) instalados ao longo da área de 10 hectares, expelindo o gás do interior da massa de resíduos para o topo de cada dreno. Durante as primeiras visitas ao local, em 2006, seis drenos estavam queimando gás de forma esporádica, e dois não possuíam nenhuma chama.

**MDL – Conselho Executivo**

página 3

Em seguida à implementação do projeto de MDL proposto, é prevista para o aterro uma taxa de coleta de biogás de 600 m³/h em 2008 (assumindo 65% de captação do biogás), aumentando para 930 m³/h (65% de captação) em 2012. Até o final do primeiro período de obtenção de créditos (7 anos) do projeto de MDL proposto, a coleta prevista de biogás alcançaria 1.080 m³/h (65% de captação).

Os possíveis usos do biogás para gerar energia incluem a geração de eletricidade e energia térmica para uso no próprio local do aterro. Estima-se que a Qualix necessitaria uma capacidade instalada de 30 kW para satisfazer a demanda de sua central de biogás (soprador) durante o primeiro período de obtenção de créditos, e 1,53 TJ (425 kWh/ano) para uma central de tratamento de resíduos hospitalares equipada com uma central térmica (tratamento por autoclave) que será instalada próximo à estação de queima.

Além de auxiliar na mitigação das mudanças climáticas, o projeto traria importantes benefícios ambientais locais. A quase totalidade do gás de aterro sanitário é atualmente liberada na atmosfera sem qualquer tratamento, o que implica em um potencial risco de incêndio e explosão, bem como odores desagradáveis. Além disso, o gás de aterro sanitário contém traços de compostos orgânicos voláteis, que são poluentes atmosféricos. A coleta e queima do gás de aterro sanitário reduziria consideravelmente todos esses riscos, contribuindo assim com o desenvolvimento sustentável.

A.3. Participantes do projeto:

Nome da Parte envolvida (*). ((host) indica uma Parte anfitriã)	Entidade(s) privada(s) e/ou pública(s) participantes do projeto (*)(se houver)	Por gentileza, indicar se a Parte envolvida deseja ser considerada como participante no projeto (Sim/Não)
Brasil (anfitrião)	Qualix Serviços Ambientais Ltda. Entidade privada. Proponente do Projeto.	Não

(*) De acordo com as modalidades e procedimentos de MDL, no momento de tornar público o MDL-DCP no estágio de validação, uma Parte envolvida pode ou não ter providenciado sua aprovação. No momento de solicitação do registro, exige-se a aprovação da(s) Parte(s).

A.4. Descrição técnica da atividade do projeto:**A.4.1. Local da atividade do projeto:****A.4.1.1. Parte(s) anfitriã(s):**

Brasil.

A.4.1.2. Região/Estado/Província, etc.:

Estado da Bahia.



A.4.1.3. Município/Cidade/Comunidade, etc.:

Cidade de Feira de Santana.

A.4.1.4. Detalhes da localização física, inclusive informações que possibilitem a identificação inequívoca desta atividade de projeto (máximo de uma página):

O Aterro Sanitário de Feira de Santana está localizado no Município de Feira de Santana, a cerca de sete quilômetros do centro da cidade, na Rua Ponte do Rio Branco, 200, Bairro da Nova Esperança, Feira de Santana.



**Figura 1. Localização da Cidade de Feira de Santana**

A cidade de Feira de Santana localiza-se no Estado da Bahia, cerca de 95 quilômetros a noroeste da capital baiana, Salvador, 1.500 quilômetros a nordeste da cidade de São Paulo e 1.000 quilômetros a nordeste de Brasília, a capital do Brasil.

Coordenadas Geográficas: S 12°14'49"; W 38°59'51"

O Aterro Sanitário de Feira de Santana começou a operar em fevereiro de 2002, recebendo os resíduos municipais da cidade de Feira de Santana cuja população ultrapassa 500 mil habitantes.

A.4.2. Categoria(s) da atividade do projeto:

De acordo com a classificação do “Escopo Setorial”, as categorias de projeto são as seguintes:

- “13. Manejo e disposição de resíduos”;
- “1. Indústrias energéticas (fontes renováveis / não-renováveis)”.

A.4.3. Tecnologia a ser empregada pela atividade do projeto:

Para maximizar as taxas de coleta de biogás e, dessa forma, as reduções de emissões de GEE, será necessário instalar um sistema de coleta ativo de biogás, o qual consiste em uma série de poços verticais interconectados por uma tubulação principal. O biogás será extraído do aterro por um soprador, e conduzido para um único ponto de queima. Parte do biogás poderá ser queimada para produzir eletricidade e energia térmica. As características essenciais do sistema de coleta e queima de gás estão listadas abaixo:

- Construção de poços verticais rasos e profundos em áreas intermediárias ou fechadas, tentando não interferir com a operação do aterro. Dependendo de planos de desenvolvimento futuros, alguns poços horizontais podem ser instalados para a captação do gás em áreas que continuem a ser preenchidas;
- Instalação de uma rede de tubulações conectadas aos poços de extração, servindo ao soprador/estação de queima com uma tubulação de diâmetro específico, apropriado para as taxas de vazão antecipadas. Em geral, deve-se fazer a conexão àqueles poços de extração que foram construídos em nível final ou intermediário, e para os quais a conexão dos tubos terá um impacto mínimo nas operações de preenchimento atuais;
- Instalação de um sistema de bombeamento de chorume (se necessário);
- Instalação de um sistema de gerenciamento de condensado. A tubulação para coleta do biogás aterro será desenhada para incluir armadilhas de auto-drenagem de condensado e bueiros de purga de condensado com bombas, onde necessário;
- Instalação da estação do soprador e de queima;
- Confirmar a confiabilidade do serviço de eletricidade para o soprador e para a estação de queima, se necessário, instalando capacidade energética de reserva (ex: gerador a diesel). Considera-se a instalação de um gerador energético a biogás.

A.4.4 Quantidade estimada de reduções de emissões ao longo do período de obtenção de créditos escolhido:

Tabela 1. Estimativa anual de redução de emissões para o Aterro Sanitário de Feira de Santana



Ano	Estimativa anual de reduções de emissões em toneladas de CO ₂ e
2008 (a partir de Fevereiro)	25.536
2009	33.920
2010	37.826
2011	43.614
2012	47.331
2013	50.963
2014	54.512
2015 (até Janeiro)	4.302
Total de reduções estimado para o primeiro período de créditos (tons de CO₂e)	298.004
Período total de créditos (anos)	21 (7x3)
Média anual de reduções estimadas ao longo do primeiro período de créditos (tons de CO₂e)	42.572

A.4.5. Financiamento público da atividade do projeto:

Os proponentes do projeto não receberão qualquer tipo de financiamento público internacional para o desenvolvimento deste projeto.

SEÇÃO B. Aplicação de uma metodologia de linha de base e monitoramento**B.1. Título e referência da metodologia aprovada de linha de base e monitoramento aplicada à atividade do projeto:**

A metodologia de linha de base e de monitoramento a ser aplicada para a atividade de projeto proposta é a metodologia consolidada aprovada ACM0001, versão 6, da 32ª reunião do Conselho Executivo do MDL: *“Metodologia de linha de base consolidada para atividades de projetos de gás de aterro sanitário”*.

Para o cálculo da redução de emissões associada à geração de eletricidade utilizando o gás de aterro sanitário, a ACM0001 incorpora também a metodologia ACM0002 versão 6, de 19/05/2006: *“Metodologia de Linha de Base Consolidada para Geração de Energia Conectada a Rede elétrica por Fontes Renováveis”* e, para o cálculo da geração de energia abaixo de 15 MW, a metodologia de MDL de pequena escala: AMS I.D. Para este DCP, utilizamos a ACM0002, versão 6.

Para o estudo da adicionalidade, foi utilizada a ferramenta recomendada pelo Conselho Executivo do MDL (no Anexo 1 do Relatório da 16ª Reunião) *“Ferramenta para demonstração e avaliação da adicionalidade, versão 3”*.

A fim de determinar a eficiência do flare e/ou monitorar os gases de exaustão, foi aplicada a *“Ferramenta para determinar as emissões de projeto pela queima de gases que contêm metano”*, recomendada no 28º Relatório da Reunião do Conselho Executivo do MDL, Anexo 13.



A fim de estimar o potencial de recuperação de gás para o aterro, foi utilizada uma equação de decaimento em primeira ordem, idêntica ao algoritmo do modelo de emissões de gás de aterro (LandGEM) da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA). Os parâmetros-chave necessários de entrada neste modelo são baseados nas recomendações do IPCC (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 5).

B.2 Justificativa da escolha da metodologia e da razão pela qual ela se aplica à atividade do projeto:

A metodologia escolhida é aplicável às atividades de projetos de captura de gás de aterro onde o cenário de linha de base é liberação parcial ou total do gás na atmosfera, e as atividades de projetos incluem situações tais como:

- a) *Queima do gás captado; ou*
- b) *Utilização do gás captado para produzir energia (ex: eletricidade/energia térmica);*
- c) *Uso do gás captado para abastecer os consumidores através da rede de distribuição do gás natural. Se as reduções de emissões pedidas forem para a substituição do gás natural, as atividades de projetos podem usar as metodologias aprovadas AM0053, mas nenhuma redução de emissão são alegadas para a substituição ou não-utilização de energia proveniente de outras fontes.*

A atividade de projeto proposta corresponde as alternativas a) e b). O gás de aterro sanitário coletado será geralmente queimado, podendo ser utilizado para gerar eletricidade a fim de atender às exigências do próprio projeto ou para outras aplicações no local do aterro, tais como exigências energéticas para a central de tratamento de resíduos hospitalares, e para venda à rede elétrica. As reduções de emissões seriam também seriam pedidas para a substituição ou não-utilização de energia proveniente de outras fontes.

B.3. Descrição das fontes e dos gases abrangidos pelo limite do projeto

De acordo com a metodologia de linha de base ACM0001, o limite do projeto é o local da atividade de projeto onde o gás será captado e destruído/utilizado. O limite do projeto deverá abranger a área físico-geográfica da fonte de geração renovável.

Além disso, qualquer fonte de eletricidade para a operação da atividade de projeto (rede elétrica ou local) deverá ser incluída no limite do projeto.

Consideram-se as seguintes atividades de projetos e fontes de emissões dentro dos limites do projeto:

Tabela 2. Fontes e gases incluídos no limite do projeto

	Fonte	Gás	Incluído?	Justificativa/Explicação
Linha de base	Ventilação passiva de biogás e nenhuma queima	CO ₂	Não	Não considerado porque é parte do ciclo natural do carbono.
		CH ₄	Sim	Incluído como componente principal do biogás.
		N ₂ O	Não	Não aplicável
Atividade de	Captura ativa e	CO ₂	Não	Não considerado porque é parte do ciclo



Projeto	queima de biogás			natural do carbono.
		CH ₄	Sim	Incluído como componente principal do biogás.
		N ₂ O	Não	Não aplicável
	Combustão de biogás para geração de energia	CO ₂	Não	Não considerado porque é parte do ciclo natural do carbono.
		CH ₄	Sim	Incluído como componente principal do biogás.
		N ₂ O	Não	Não aplicável
	Combustão de biogás para geração de energia térmica	CO ₂	Não	Não considerado porque é parte do ciclo natural do carbono.
		CH ₄	Sim	Incluído como componente principal do biogás.
		N ₂ O	Não	Não aplicável

Para determinar as emissões de linha de base do possível componente de geração de eletricidade do projeto, o limite do projeto contabilizará as emissões de CO₂ provenientes da geração de eletricidade em usinas energéticas a combustível fóssil em operação no sistema da rede elétrica, as quais serão substituídas pela eletricidade gerada na atividade de projeto. Para o componente de geração de eletricidade, segundo a ACM0002, ver. 6, “a extensão espacial do limite do projeto inclui o local do projeto e todas as usinas energéticas fisicamente conectadas ao sistema de eletricidade ao qual a central energética do projeto de MDL esteja conectada.”

Note-se que existe uma central de tratamento de resíduos hospitalares próxima ao local do projeto que atualmente utiliza o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) como combustível para gerar energia térmica em forma de calor (caldeira), e assim permaneceria no cenário de linha de base. Uma vez que a central de tratamento não está relacionada à atividade de projeto, esta será colocada fora do limite do projeto. No entanto, em seguida à implementação do projeto, o gás de aterro substituiria a maior parte do GLP utilizado por essa caldeira. Dessa forma, para levar em conta as emissões de linha de base e de projeto de forma correta, incluímos o consumo de combustível pela central de tratamento como inserida no limite do projeto. Assim, no cenário de linha de base haveriam emissões de CO₂ devido ao uso de GLP, enquanto que no cenário de projeto essas emissões estariam ausentes, já que o gás de aterro abasteceria a central.

B.4. Descrição de como o cenário da linha de base é identificado e descrição do cenário da linha de base identificado:

A metodologia ACM0001, versão 6, estabelece os procedimentos para a seleção do cenário mais plausível dois passos deverão ser seguidos:

“PASSO 1. Identificação de alternativas à atividade de projeto consistentes com as leis e normas atuais.”

A metodologia afirma que:

“Os participantes do projeto devem usar o Passo 1 da última versão da “Ferramenta para a demonstração e avaliação da adicionalidade” para identificar todas as alternativas à linha de base consideradas realistas e críveis. Procedendo desta forma, as políticas e normas pertinentes



relacionadas à gestão de locais de aterros sanitários deve ser levada em conta. Tais políticas ou normas podem incluir as exigências de captação e destruição obrigatória do gás de aterro sanitário devido a questões de segurança ou normas ambientais locais. Outras políticas podem incluir as ações de ordem local para promover o uso produtivo do gás de aterro sanitário, como produção de energia renovável, ou promoção do processamento de resíduos orgânicos. Além disso, a avaliação de cenários alternativos deve considerar as circunstâncias econômicas locais e tecnológicas.”

O Passo 1 da ferramenta (Identificação de alternativas à atividade de projeto consistentes com as leis e normas atuais) abrange uma série de sub-passos:

“Sub-passo 1a. Definir alternativas para a atividade de projeto.”

A metodologia ACM0001, versão 6, indica a determinação em separado das linhas de base aplicáveis à coleta em aterro, para geração de eletricidade e uso térmico do biogás. As possíveis alternativas para cada parte são consideradas abaixo, utilizando-se os códigos definidos na ACM0001, ver. 6.

A metodologia ACM0001, ver. 6 declara que:

“Alternativas para a disposição/tratamento dos resíduos na ausência da atividade de projeto, isto é, o cenário relevante para estimar as emissões de linha de base do metano para ser analisado deverá incluir, entre outros:

- *LFG1. Execução da atividade de projeto (isto é, coleta de gás de aterro sanitário e sua posterior queima e/ou utilização) sem que esteja registrada como atividade de projeto de MDL;*
- *LFG2. Liberação atmosférica do gás de aterro sanitário ou sua parcial captura e destruição para cumprir com as normas ou exigências contratuais, ou para atender a preocupações com a segurança e odores.”*

A princípio, os resíduos sólidos poderiam ser depositados de outras maneiras além dos aterros. Por exemplo, incineração, compostagem, conversão para combustível derivado de resíduos (RDF), gasificação termoquímica, e biometanização. Nenhuma destas alternativas é realista para os proponentes do projeto, os quais têm a obrigação, perante o governo, de depositar resíduos sólidos no aterro especificado, e existem espaço e capacidade suficientes para usar o aterro por muitos anos no futuro. Além disso, todas estas alternativas envolvem processos avançados para o tratamento dos resíduos sólidos; todas exigem investimentos muito grandes e altos custos operacionais se comparadas com a disposição em aterro¹. Finalmente, existe apenas uma experiência limitada com essas alternativas de processos em países do Anexo I, exceto para um número limitado de projetos sendo submetidos através do MDL.

Portanto, as opções LFG1 e LFG2 são as únicas alternativas realistas.

O projeto se propõe a gerar um determinado montante de eletricidade. Declara a ACM0001:

“Se a energia é exportada para uma rede elétrica e/ou indústria vizinha, ou usada no local, alternativas realistas e críveis devem também ser determinadas em separado para geração de energia na ausência da atividade de projeto.

¹ Por exemplo, mesmo a menos cara dessas alternativas, compostagem, exige o pagamento de US\$ 20 a 40 por tonelada de resíduo à empresa responsável pela gestão dos resíduos para ser economicamente viável. Fonte: *International Source Book on Environmentally Sound Technologies (ESTs) for Municipal Solid Waste Management (MSWM)*, Relatório do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas, Divisão de Tecnologia, Indústria, e Economia. http://www.unep.or.jp/ietc/ESTdir/Pub/MSW/sp/sp4/sp4_1.asp



Para geração de energia, a(s) alternativa(s) realista(s) e crível(is) podem incluir, entre outras:

P1. Geração de energia a partir do gás de aterro sanitário, sem estar registrada como atividade de projeto de MDL;

P2. Existência ou Construção de uma nova central de co-geração a combustível fóssil no local, ou externamente;

P3. Existência ou Construção de uma nova central de co-geração a combustível renovável no local ou externamente;

P4. Existência ou Construção de uma nova central de energia cativa a combustível fóssil, no local ou externamente;

P5. Existência ou Construção de uma nova central de energia cativa a combustível renovável, no local ou externamente;

P6. Centrais energéticas conectadas à rede elétrica, existentes e/ou novas.”

Outras fontes renováveis não se aplicam ao local do projeto, de modo que as opções P3 e P5 podem ser descartadas. Centrais energéticas similares a combustível fóssil, cativas ou de co-geração, não seriam economicamente competitivas com a compra de energia da rede elétrica, de forma que P2 e P4 também podem ser descartadas.

Assim, as únicas opções restantes para as linhas de base plausíveis são:

P1. Geração de energia a partir do gás de aterro sanitário, sem estar registrada como atividade de projeto de MDL, e

P6. Centrais energéticas conectadas à rede elétrica.

O projeto também propõe a geração de parte da energia térmica para uso no local. A metodologia ACM0001 declara:

“Para geração de calor, a(s) alternativa(s) realista(s) e crível(is) podem incluir, entre outras:

H1. Calor gerado a partir do gás de aterro sanitário, sem estar registrada como atividade de projeto de MDL;

H2. Existência ou Construção de uma nova central de co-geração a combustível fóssil, no local ou externamente;

H3. Existência ou Construção de uma nova central de co-geração a combustível renovável, no local ou externamente;

H4. Existência ou Construção de caldeiras a combustível fóssil, no local ou externamente;

H5. Existência ou Construção de caldeiras a energia renovável, no local ou externamente;

H6. Qualquer outra fonte, como aquecimento local; e

H7. Outras tecnologias de geração de calor (ex: bombas de calor ou energia solar).”

Os créditos serão reivindicados para as emissões substituídas pelo biogás utilizado para gerar calor neste projeto. Isto ocorre porque, na ausência de disponibilidade do biogás, a central térmica existente continuaria a trabalhar com GLP (combustível fóssil).

Conforme declarado acima, outras fontes renováveis não são aplicáveis ao local do projeto, de forma que as opções H3 e H5 podem ser descartadas. Centrais de co-geração a combustível fóssil, outras fontes de calor e outras tecnologias de geração de calor não seriam economicamente competitivas com a central de GLP existente, de modo que H2, H6 e H7 também podem ser descartadas.

Portanto, as linhas de base mais apropriadas são:



H1. Calor gerado a partir do gás de aterro sanitário, sem estar registrada como atividade de projeto de MDL; e

H4. Central térmica a combustível fóssil no local.

Desta forma, as opções listadas acima (LFG1 e LFG2; P1 e P6; H1 e H4) são as únicas opções realistas e críveis a considerar como possíveis linhas de base alternativas. Estas alternativas serão consideradas abaixo e posteriormente analisadas, na Seção B.5.

A ACM0001, ver. 6 declara como as políticas nacionais e setoriais devem ser consideradas, usando o Sub-passo 1b da ferramenta de adicionalidade e do fator de ajuste (AF).

“Sub-passo 1b. Consistência com as leis e normas obrigatórias”.

Este sub-passo exige que:

“A(s) alternativa(s) estará(ão) em conformidade com todas as exigências obrigatórias legais e normas regulatórias aplicáveis, mesmo se essas leis e normas tiverem outros objetivos além da redução de GEE, por exemplo, para mitigar a poluição do ar local.”

Não há exigências legais e normativas que requeiram a coleta ou utilização de gás de aterro sanitário. Portanto, todos os cenários possíveis descritos acima cumpriram com as normas nacionais e locais.

O único documento a prestar auxílio quanto à concepção e operação de um aterro sanitário no Brasil, que não possui força legal, é a Norma Técnica NBR 13896 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). No tópico do gás de aterro, a norma diz que o gás deve ser removido e tratado de forma a evitar o risco de incêndio e a presença de odores.

Quando um aterro sanitário obtém a licença ambiental, normalmente a agência ambiental local exige conformidade com o padrão ABNT. É prática comum, nos aterros licenciados, ter poços de ventilação passiva que queimam o gás no topo do dreno. A maioria dos aterros não dispõe de poços de ventilação passiva suficientes para remoção eficiente do biogás, e a queima sem controle não é suficiente para a destruição completa do metano. Por vezes não há presença de chama nos drenos passivos.

A Agência Ambiental do Estado da Bahia (CRA) não exige qualquer tipo de controle nas condições de licença para o Aterro Sanitário de Feira de Santana relacionados à gestão do biogás. No entanto, acompanhando a prática comum estabelecida mencionada, a Qualix construiu drenos passivos com queima não-controlada de biogás.

A prática comum estabelecida no Brasil abrange ventilação passiva com queima limitada. Para esta situação, aplica-se um Fator de Ajuste (AF) de 20% para a possível destruição de biogás no cenário de linha de base, levando em consideração a porcentagem de biogás ventilada através dos drenos, drenos disponíveis para queima, a porcentagem de tempo em que os drenos estiveram efetivamente acesos e a eficiência de combustão da chama aberta. Acredita-se que este valor do Fator de Ajuste seja conservador.

Dessa forma, podemos modificar os Cenários LFG1 e LFG2, como segue:

LFG1: Disposição dos resíduos no aterro, com extração **ativa** do gás de aterro sanitário e queima ou uso centralizado do gás capturado.



LFG2: Disposição dos resíduos no aterro, com queima *limitada* do gás ventilado passivamente pelo aterro, de forma que a destruição de linha de base do biogás seja de 20% do valor com um sistema de extração ativo com queima centralizada.

Portanto, tanto LFG1 como LFG2 cumpririam com as normas locais.

A situação atual no Aterro Sanitário de Feira de Santana corresponde a LFG2 acima, e esta situação atende a todas as exigências legais, possuindo todas as suas licenças atualizadas.

A ACM0001, ver. 6 também declara:

“PASSO 2: Identificar o combustível para a escolha de linha de base da fonte de energia, considerando as políticas nacionais e/ou setoriais, conforme aplicável.”

Para geração de energia, consideramos duas linhas de base plausíveis:

P1. Energia gerada por gás de aterro sanitário sem estar registrada como atividade de projeto de MDL, e
P6. Centrais energéticas conectadas à rede elétrica.

Não há como fazer uma escolha específica de combustível. Os combustíveis nas centrais energéticas conectadas à rede elétrica permanecem como são, com seu fator de emissões determinado pela ACM0002 ou pela AMS I.D, dependendo da energia gerada usando o biogás, que na linha de base seria gerada na rede elétrica.

Quanto ao biogás usado para geração de calor, parte do biogás coletado, após a implementação do projeto, substituiria um combustível fóssil que de outra forma seria usado para uma central térmica no local do projeto. O combustível fóssil seria o GLP, por ser este um combustível gasoso conveniente e transportável, apropriado a locais onde não há disponibilidade de gás natural. A central térmica em questão foi concebida para operar com combustíveis gasosos, assim o diesel ou o carvão não configuram alternativas viáveis. Além disso, o fator de emissões de CO₂ do GLP está apenas um pouco acima do fator do gás natural, e substancialmente abaixo dos fatores de emissão para o diesel ou o carvão. Dessa forma, a escolha do GLP é também a mais conservadora. Este fato é também consistente com a ACM0001, ver. 6, a qual sugere a utilização do combustível com a menor intensidade de carbono como abordagem conservadora.

A princípio, a energia térmica também poderia ser gerada utilizando-se eletricidade. Entretanto, este não é um combustível de linha de base racional, por razões econômicas. A central térmica opera de 60 a 90 horas por mês; portanto, seu consumo mensal de GLP seria entre 1.800 e 2.700 kg. Cada quilograma de GLP custa aproximadamente US\$ 1,06, assim os custos mensais irão variar entre US\$ 1.900 e 2.850². Se a Qualix decidisse operar essa planta com eletricidade proveniente da rede elétrica, além do fato de que os custos diários de operação aumentariam em cerca de 30%, o equipamento elétrico consumiria 447kWh/ano, ou 37,3MWh/mês, custando US\$ 5.600³.

² O preço do GLP, tomado a partir de recibos de compra na Qualix (US\$ 1,06 / kg).

³ Segundo o fornecedor do gás, o valor calorífico do GLP é de 47,3 MJ/kg. Assumindo que a central térmica trabalhará em média 1.080 horas por ano (3 horas/dia), consumindo 30 kg de GLP por hora, a demanda anual de energia é de 1,53 TJ, ou 425 MWh (1 kWh corresponde a 3,6 MJ). A eficiência da central térmica com eletricidade seria de 95%. O custo da energia no Aterro Sanitário de Feira de Santana é de US\$ 0,15/kWh (www.coelba.com.br)



Portanto, o GLP é a escolha de combustível mais apropriada e conservadora no cenário de linha de base.

B.5. Descrição de como as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes são reduzidas para níveis inferiores aos que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto registrada no âmbito do MDL (avaliação e demonstração da adicionalidade):

Uma atividade de projeto de MDL é adicional se as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes forem reduzidas a níveis abaixo das emissões que ocorreriam na ausência da atividade de projeto de MDL registrada, isto é, no cenário de linha de base.

Acompanhando uma análise de como as metodologias individuais de linha de base lidam com a questão da adicionalidade, o Conselho Executivo do MDL publicou, como Anexo I do Relatório de sua 16ª Reunião, uma “Ferramenta para a demonstração e avaliação da adicionalidade.” Note-se que a versão 6 da *Metodologia consolidada aprovada de linha de base ACM0001*, “Metodologia consolidada de linha de base para atividades de projetos de gás de aterro sanitário” faz o seguinte comentário com relação à adicionalidade:

“O Passo 2 e/ou o Passo 3 da última versão aprovada da “Ferramenta para demonstração e avaliação da adicionalidade” deverá ser usado para avaliar qual dessas alternativas deverá ser excluída de considerações futuras.”

Portanto, seguindo a ACM0001, aplicamos a “Ferramenta para a demonstração e avaliação da adicionalidade, versão 3” mencionada.

Após aplicar o Passo 1 da Ferramenta de Adicionalidade na seção B.4 acima, a Ferramenta de Adicionalidade oferecerá então duas opções: Passo 2 (Análise de Investimentos) ou o Passo 3 (Análise de Barreiras), com uma terceira opção disponível: aplicar ambos os Passos.

A metodologia ACM0001, ver. 6 exige que o teste de adicionalidade “*seja aplicado para cada componente da linha de base, isto é, a linha de base para tratamento de resíduos, geração de eletricidade e geração de calor*”.

Com isto em mente, a alternativa LFG1 pode ser então subdividida, como segue:

LFG1.1 Disposição dos resíduos no aterro, com extração *ativa* do gás de aterro sanitário e queima centralizada;

LFG1.2 Disposição dos resíduos no aterro, com extração *ativa* do gás de aterro sanitário e seu uso para gerar eletricidade;

LFG1.3 Disposição dos resíduos no aterro, com extração *ativa* do gás de aterro sanitário e seu uso para gerar calor; e

LFG1.4 Disposição dos resíduos no aterro, com extração *ativa* do gás de aterro sanitário e seu uso para gerar eletricidade e calor.

Primeiramente, consideramos LFG1.1, e aplicamos o *Passo 2 (Análise de Investimentos)* da Ferramenta de Adicionalidade.

Aqui é possível perceber que LFG1.1 (coleta ativa e queima centralizada do gás de aterro sanitário) envolve investimentos substanciais e nenhuma receita, na ausência do MDL. Portanto, numa base para a



Análise de Custos Simples (Análise de Investimentos, Opção 1), podemos descartar esta opção como um possível cenário de linha de base.

Para geração de eletricidade (LFG1.2), há tanto investimentos substanciais como receitas provenientes das vendas de eletricidade.

Com base na metodologia ACM0001, ver. 6, consideramos as duas possíveis linhas de base a seguir, para avaliar a adicionalidade da geração de energia:

1. LFG2. Disposição dos resíduos no aterro, com queima *limitada* do gás passivamente ventilado neste, para que a destruição de biogás de linha de base seja de 20% do valor gasto com um sistema de extração ativa com queima centralizada.
2. LFG1.1 Disposição dos resíduos no aterro, com extração *ativa* do gás de aterro sanitário e queima centralizada.

As duas situações diferem no seguinte: no primeiro caso, os benefícios econômicos da geração de eletricidade necessitam ser maiores do que os investimentos e os custos de operação da coleta de biogás e da geração de eletricidade sem as receitas do MDL. No segundo caso, as receitas do MDL são suficientes para pagar a coleta e queima do biogás, e precisamos determinar se a margem de investimentos e os custos operacionais para geração de energia são compensados de maneira adequada pelos benefícios obtidos da venda de eletricidade.

Caso 1: Coleta de biogás e geração de eletricidade sem o MDL

Para a geração de eletricidade, há tanto investimentos significativos como receitas advindas da venda de eletricidade. Determina-se a eficácia da captura de biogás e da geração de energia na ausência do MDL. Nossa análise se baseia nos seguintes pressupostos⁴:

- Exigem-se investimentos substanciais para coletar o biogás, os quais incluem a construção de poços de extração ativa, uma rede de coleta e sopradores, etc., para coletar o biogás e conduzi-lo à central energética. Para este projeto, estima-se um custo de US\$ 0,9 milhão em 2008, e cerca de US\$ 25 mil anualmente daí em diante, para fins de expansão da rede de coleta à medida que o aterro cresce;
- Os custos de operação para a coleta do gás de aterro sanitário são estimados em US\$ 150 mil em 2008, crescendo lentamente à medida que o aterro se expanda;
- Seriam comprados dois geradores de energia a biogás, com potência de 500 kW cada um, para um investimento total incluindo equipamentos auxiliares, como condicionadores de energia e conexões, ao custo de US\$ 0,98 milhão. De acordo com a quantidade estimada de biogás disponível anualmente, os primeiros 500 kW estariam em operação em 2009, e o restante em 2011;
- Custo de operação e manutenção: US\$ 0,023 por kWh. Pequenos motores de combustão interna têm um alto custo de operação e manutenção. Os equipamentos seriam importados da Europa ou da América do Norte;
- Vida útil dos equipamentos: 10 anos;

⁴ Note que o tamanho e a data de instalação dos geradores a serem instalados dependerão da disponibilidade dos equipamentos no momento da tomada das decisões específicas. O tamanho e as datas aqui apresentados são pressupostos representativos.



- Preço de venda da eletricidade (nivelado) para as fontes de biomassa e resíduos: US\$ 0,072 por kWh, para venda à rede elétrica, incluindo os encargos de transmissão estimados. Não existem projeções oficiais para os preços da eletricidade no futuro;
- Alíquota do imposto de renda: 34%;
- Taxa de desconto: 10%. Observar que, em julho de 2007, a taxa básica de juros (SELIC) do Banco Central do Brasil estava em 11,5% (<http://www.bcb.gov.br/>). Considerando os riscos desta nova tecnologia e os riscos da biodegradação eficaz dos resíduos e da captura eficiente do metano, podemos adicionar mais 2%. Dessa forma, uma taxa de referência (benchmark) para este tipo de investimento seria de 13%. Aqui escolheu-se a taxa de desconto de 12% como referência. Entretanto, considerando que uma suposta inflação de 2% seja levada à zero, podemos baixar a taxa de desconto para 10% (considerando que a mesma inflação se aplica a diferentes tipos de custos).

A análise econômica detalhada é apresentada no seguinte documento eletrônico:
Economic analysis LFG capture and power generation_FdS_10Sep07.pdf.

Para os pressupostos acima apresentados, o Valor Presente Líquido (VPL) para a coleta de biogás e geração de eletricidade é tão negativo (em torno de -1,22 milhão de dólares), na ausência do MDL, que não é possível determinar nenhuma Taxa Interna de Retorno (TIR) significativa (o que significa que, mesmo que a taxa de desconto fosse zero, as receitas seriam inferiores às despesas). O documento eletrônico também inclui uma análise de sensibilidade referente aos pressupostos-chave, preço de venda de eletricidade, custos de Operação e Manutenção (O&M) e exigências para investimento, considerando em cada caso, valores de $\pm 20\%$ com respeito aos pressupostos acima. Os resultados da análise de sensibilidade são apresentados na tabela abaixo. Sobre a variação considerada, o VPL permanece negativo (e a TIR permanece insignificante), o que significa que o projeto não é lucrativo sem as receitas das RCEs.

Tabela 3.A Análise de Sensibilidade para a coleta de biogás e geração de eletricidade

Preço de Venda da Eletricidade					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	(1.788.224)	(1.485.889)	(1.217.184)	(978.967)	(756.712)
TIR	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Custos de O&M					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	(1.788.224)	(1.485.889)	(1.217.184)	(978.967)	(756.712)
TIR	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Investimento					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	(860.017)	(1.038.600)	(1.217.184)	(1.395.767)	(1.574.350)
TIR	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Com as receitas das RCEs, assumindo para a RCE o preço de US\$ 12 por tCO₂e, o VPL seria de US\$ 1.30 milhão, e a TIR, 24%, o que tornaria o projeto lucrativo.

Assim, para este caso, o projeto proposto atende à condição de adicionalidade econômica.

Caso 2: coleta de biogás e queima através do MDL e geração de eletricidade sem o MDL



Os pressupostos são similares aos mencionados acima. A única diferença é que os investimentos e os custos de operação para a coleta de biogás não são considerados, uma vez que estes não são justificados com base nas receitas do MDL. Em outras palavras, determinamos se o componente da geração de eletricidade é adicional.

A análise econômica detalhada para este caso é apresentada no documento eletrônico:
Economic analysis LFG capture and power generation _marginal_FdS_10Sep07.pdf.

Na ausência de receitas do MDL, o VPL seria de aproximadamente US\$ 700 mil, e a TIR seria 39%. O documento eletrônico também inclui uma análise de sensibilidade referente aos pressupostos-chave, preço de venda de eletricidade, custos de Operação e Manutenção (O&M) e exigências para investimento, considerando em cada caso, valores de $\pm 20\%$ com respeito aos pressupostos acima. Os resultados da análise de sensibilidade são apresentados na tabela abaixo. Para preços de eletricidade mais baixos e custos de O&M mais elevados, ou outras exigências de investimentos, o projeto não tem um custo compensador sem as receitas provenientes das RCEs. Observa-se que é improvável que todos os fatores levassem a esta situação pior; entretanto, mesmo considerando a natureza particular da análise de sensibilidade, consideramos também a Análise de Barreiras para o Caso 2 abaixo.

Tabela 3.B. Análise de Sensibilidade apenas para geração de eletricidade

		Preço de Venda da Eletricidade				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL		292.280	496.715	701.150	905.586	1.110.021
TIR		22,57%	30,92%	39,52%	48,66%	58,60%

		Custos de O&M				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL		831.943	766.547	701.150	635.754	570.357
TIR		45,29%	42,37%	39,52%	36,72%	33,97%

		Investimento				
		-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL		874.884	788.017	701.150	614.284	527.417
TIR		57,77%	47,28%	39,52%	33,48%	28,58%

A adicionalidade econômica para o Caso 1 foi claramente estabelecida acima. Portanto, a Análise de Barreiras não é necessária para demonstrar a adicionalidade.

No entanto, do ponto de vista financeiro, os resultados foram positivos para o Caso 2: o projeto teve custo compensador para o pressuposto caso-base. Portanto, também podemos aplicar o **Passo 3 (Análise de Barreiras)** da Ferramenta de Adicionalidade, com referência especial à geração de eletricidade usando o biogás.

Com relação ao cenário de geração térmica (LFG1.3), há tanto investimentos como economia pela substituição do consumo de GLP.

De acordo com a ACM0001, ver. 6, consideramos as duas linhas de base possíveis a seguir, para avaliar a adicionalidade da geração térmica:



1. LFG2. Disposição dos resíduos no aterro, com queima *limitada* do gás passivamente ventilado pelo, para que a destruição de linha de base do biogás seja de 20% do valor gasto com um sistema de extração ativa com queima centralizada.
2. LFG1.1 Disposição dos resíduos no aterro, com extração *ativa* do gás de aterro sanitário e queima centralizada.

As duas situações diferem no seguinte: no primeiro caso, os benefícios econômicos da geração térmica necessitam ser maiores do que os investimentos e os custos de operação da coleta de biogás e da geração térmica sem as receitas do MDL. No segundo caso, as receitas do MDL são suficientes para pagar a coleta e queima do biogás, e precisamos determinar se a margem de investimentos e os custos operacionais para geração térmica pelo uso do gás de aterro sanitário são compensados de maneira adequada pelos benefícios obtidos da economia gerada pela diminuição da compra de combustível fóssil.

Caso 3: coleta de biogás e geração térmica sem o MDL

Para geração térmica, não há investimentos significativos a fazer. Existe também a economia gerada pela redução na compra de GLP. Determina-se o custo-benefício da captura de biogás e geração térmica na ausência do MDL. Nossa análise se baseia nos seguintes pressupostos.⁵:

- Exigem-se investimentos substanciais para coletar o biogás, os quais incluem a construção de poços de extração ativa, uma rede de coleta e sopradores, etc., para coletar o biogás e conduzi-lo à central energética. Para este projeto, estima-se um custo de US\$ 0,9 milhão em 2008, e cerca de US\$ 25 mil anualmente daí em diante, para fins de expansão da rede de coleta à medida que o aterro cresce;
- Os custos de operação para a coleta do gás de aterro sanitário são estimados em US\$ 150 mil em 2008, crescendo lentamente à medida que o aterro se expanda;
- A adaptação dos queimadores da central térmica para o gás de aterro, bem como dos reguladores de pressão do gás e das tubulações para conectar a central térmica à estação de bombeamento de gás de aterro rendem um investimento estimado de US\$ 70 mil para 2008;
- Os custos de Operação e Manutenção estão inseridos no sistema de coleta de biogás. Os custos de O&M da central térmica existiriam de qualquer modo na ausência do projeto; portanto não estão considerados aqui;
- Custos de Operação e Manutenção para o novo sistema, limpeza de tubulações e queimadores: 10% do investimento por ano;
- Vida útil do equipamento: 10 anos;
- Preço do GLP: US\$ 1,06 por kg;
- Alíquota do imposto de renda: 34%;
- Taxa de desconto: 10%. Observar que, em julho de 2007, a taxa básica de juros (SELIC) do Banco Central do Brasil estava em 11,5% (<http://www.bcb.gov.br/>). Considerando os riscos desta nova tecnologia e os riscos da biodegradação eficaz dos resíduos e da captura eficiente do metano, podemos adicionar mais 2%. Dessa forma, uma taxa de referência (benchmark) para este tipo de investimento seria de 13%. Aqui se escolheu a taxa de desconto de 12% como referência. Entretanto, considerando que uma suposta inflação de 2% seja levada a zero, podemos baixar a

⁵ Note que o tamanho e a data de instalação dos equipamentos a serem instalados dependerão da disponibilidade dos equipamentos no momento da tomada das decisões específicas. O tamanho e as datas aqui apresentados são pressupostos representativos.

taxa de desconto para 10% (considerando que a mesma inflação se aplica a diferentes tipos de custos).

A análise econômica detalhada é apresentada no documento eletrônico:
Economic analysis LFG capture and thermal generation_FdS_13Aug07.pdf.

Para os pressupostos acima apresentados, o Valor Presente Líquido (VPL) para a coleta de biogás e geração térmica é tão negativo (em torno de -2,2 milhões de dólares), na ausência do MDL, que não é possível determinar nenhuma Taxa Interna de Retorno (TIR) significativa. O documento eletrônico também inclui uma análise de sensibilidade referente aos pressupostos-chave, preço de compra do GLP, custos de Operação e Manutenção (O&M) e exigências para investimento, considerando em cada caso, valores de $\pm 20\%$ com respeito aos pressupostos acima. Os resultados da análise de sensibilidade são apresentados na tabela abaixo. Sobre a variação considerada, o VPL permanece negativo (e a TIR permanece insignificante), o que significa que o projeto não é lucrativo sem as receitas das RCEs.

Tabela 3.C Análise de Sensibilidade para a coleta de biogás e geração térmica
Preço de Compra do GLP

	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	(2,316,276)	(2,286,276)	(2,256,276)	(2,226,277)	(2,196,277)
TIR	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Custos de O&M

	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	(1,946,089)	(2,101,183)	(2,256,276)	(2,411,370)	(2,566,464)
TIR	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Investimento

	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	(2,055,209)	(2,155,743)	(2,256,276)	(2,356,810)	(2,457,344)
TIR	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Com as receitas das RCEs, assumindo para a RCE o preço de US\$ 12 por tCO₂e, o VPL seria de US\$ 0,32 milhão, e a TIR, em torno de 20%, o que tornaria o projeto lucrativo.

Desta forma, para este caso, o projeto proposto atende à condição de adicionalidade econômica.

Caso 4: coleta e queima de biogás através do MDL e geração térmica sem o MDL

Os pressupostos são similares aos mencionados acima. A única diferença é que os investimentos e os custos de operação para a coleta de biogás não são considerados, uma vez que estes não são justificados com base nas receitas do MDL. Em outras palavras, determinamos se o componente da geração de térmica é adicional.

A análise econômica detalhada para este caso é apresentada no documento eletrônico:
Economic analysis LFG capture and thermal generation_marginal_FdS_13Aug07.pdf.



Na ausência de receitas do MDL, o VPL seria de US\$ 89.565, e a TIR valeria aproximadamente 39%. O documento eletrônico também inclui uma análise de sensibilidade referente aos pressupostos-chave, preço de compra do GLP, custos de Operação e Manutenção (O&M) e exigências para investimento, considerando em cada caso, valores de $\pm 20\%$ com respeito aos pressupostos acima. Os resultados da análise de sensibilidade são apresentados na tabela abaixo. Mesmo com uma análise marginal lucrativa, o projeto poderia enfrentar outras barreiras, assim consideramos também a Análise de Barreiras para o Caso 4 abaixo.

Tabela 3.D. Análise de Sensibilidade apenas para a geração térmica

Preço de Compra do GLP					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	49,966	69,765	89,565	109,365	129,165
TIR	25.53%	32.01%	38.83%	46.09%	53.90%

Custos de O&M					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	97,670	93,618	89,565	85,513	81,460
TIR	41.75%	40.28%	38.83%	37.41%	36.00%

Investimento					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
VPL	107,199	98,382	89,565	80,748	71,931
TIR	55.97%	46.10%	38.83%	33.22%	28.73%

A adicionalidade econômica para o Caso 3 foi claramente estabelecida acima. Portanto, a Análise de Barreiras não é necessária para demonstrar a adicionalidade.

Entretanto, do ponto de vista financeiro, os resultados foram positivos para o Caso 4: o projeto apresentou uma boa relação custo-benefício para o pressuposto caso-base. Portanto, aplicaremos também o **Passo 3 (Análise de Barreiras)** da Ferramenta de Adicionalidade, com especial referência à geração de energia térmica usando o biogás.

Finalmente, precisamos analisar o cenário LFG1.4 (gás de aterro sanitário e uso do gás de aterro sanitário para geração de eletricidade e calor). Sendo este uma mescla dos cenários LFG1.2 (geração de eletricidade) e LFG1.3 (geração de calor) já analisados, podemos concluir o seguinte: demonstrou-se que nenhuma alternativa é atraente do ponto de vista econômico, em caso de ausência das receitas do MDL. Também foi demonstrado que a análise marginal para cada um dos dois cenários era atraente sem as receitas do MDL, de modo que a aplicação de ambas as alternativas em conjunto seria também atraente.

Em seguida, aplicamos o **Passo 3 (Análise de Barreiras)**.

Para aplicar a Análise de Barreiras à atividade de projeto proposta, necessitamos mostrar que a atividade de projeto enfrenta barreiras que:

- Impedem uma implementação em larga escala desta atividade e, dessa forma, impedem a ocorrência dos cenários de linha de base; e
- Não impedem a implementação em larga escala de pelo menos uma das alternativas.



A demonstração envolve dois sub-passos:

“Sub-passo 3a. Identificar barreiras que impediriam a implementação da atividade de projeto de MDL proposta.”

A ferramenta estabelece que:

“É necessário comprovar que existem barreiras realistas e críveis que impediriam a realização da atividade de projeto se o projeto não estivesse registrado como atividade de MDL. Tais barreiras realistas e críveis podem incluir, entre outras:

- 1) *Barreiras ao Investimento que não sejam as barreiras econômico-financeiras no passo 2 acima, dentre as quais:*
 - *Para alternativas realizadas e operadas por entidades privadas: atividades similares só foram implementadas com subvenções ou outros termos não-comerciais. Define-se por atividades similares aquelas que se baseiem numa tecnologia largamente similar ou em práticas, são de escala similar, e que ocorram em um ambiente comparável com respeito ao marco regulatório.*
 - *Não há disponibilidade de capital privado proveniente de mercados de capitais domésticos ou internacionais devido aos riscos, reais ou presumidos, associados aos investimentos no país onde a atividade de projeto será implementada, conforme demonstrado pela classificação de créditos do país ou por outros relatórios de investimentos no país de origem renomada.*
- 2) *Barreiras tecnológicas, dentre as quais:*
 - *Não-disponibilidade de mão-de-obra especializada e/ou adequadamente treinada para operar e manter a tecnologia, o que leva a um risco elevado e não aceitável de não-reparação, mau funcionamento e baixo desempenho dos equipamentos;*
 - *Ausência de infra-estrutura para implementação e logística para a manutenção da tecnologia (por exemplo, o gás natural não pode ser utilizado devido à ausência de uma rede de transmissão e distribuição de gás).*
 - *Risco de deficiência tecnológica: o risco de deficiência tecnológica ou no processo é significativamente maior que o de outras tecnologias fornecedoras de serviços ou rendimentos comparáveis àquelas da atividade de projeto de MDL proposta, conforme demonstrado por relevante literatura científica ou por informações de tecnologia dos fabricantes.*
 - *A tecnologia específica utilizada na atividade de projeto proposta não está disponível na região pertinente.*
- 3) *Barreiras devido à prática predominante, dentre as quais:*
 - *A atividade de projeto é a ‘primeira de seu tipo’.*
- 4) *“Outras barreiras, preferencialmente as especificadas na metodologia subjacente como exemplos.”*

Segundo nossa interpretação da metodologia ACM001, ver. 6, a atividade de projeto proposta para a qual necessitamos demonstrar adicionalidade necessita ser dividida em três partes:

- Coleta e queima de biogás;
- Coleta de biogás para geração de eletricidade usando o biogás (Caso 2);
- Coleta de biogás para geração de calor (Caso 4).



Mostramos abaixo que todas as três partes enfrentam tanto barreiras tecnológicas como por prática predominante:

Barreiras ao Investimento

Na maioria dos países em desenvolvimento, o setor de gestão de resíduos não é prioritário na economia, de forma que os desenvolvedores de projetos frequentemente enfrentam dificuldades para obter financiamentos para projetos de gestão de resíduos sólidos. Além disso, as taxas de serviço (preço para disposição de resíduos) são muito baixas se comparadas aos valores pagos em países industrializados⁶, de maneira que mesmo quando o investimento foi assegurado, essas receitas podem não ser suficientes para cobrir as despesas para a operação e manutenção apropriadas da atividade de projeto.

Barreiras Tecnológicas

Mão-de-obra especializada e/ou treinada para operar e manter as tecnologias mencionadas neste projeto, mais precisamente, o uso de biogás para energia. Há escassez de pessoal especializado e treinado no Brasil, e nenhuma instituição de educação/treinamento no país fornece as habilidades necessárias, o que leva à não-reparação e mal-funcionamento dos equipamentos.

Há também a ausência de infra-estrutura para a implementação da geração de eletricidade proveniente do biogás. Como há apenas um projeto de coleta de gás de aterro sanitário para geração de energia em operação no Brasil, financiado através da venda de eletricidade e da estrutura do MDL, não existe um fornecedor brasileiro de equipamentos e serviços para o trabalho relacionado à geração de eletricidade com gás de aterro sanitário. Se o projeto proposto for registrado junto ao MDL, é provável que a qualificação técnica para conduzir estudos de engenharia detalhados e suportar a implementação do projeto tenha de ser fornecida por uma companhia de fora do Brasil.

No caso da geração de energia térmica, ainda que o projeto Feira de Santana gerasse uma pequena quantidade de energia térmica usando biogás, a empresa não consegue prever o que aconteceria em termos de disponibilidade do gás e em termos da manutenção que será exigida na central térmica (o biogás contém traços de gases que podem ser corrosivos aos equipamentos).

É possível que a implementação bem-sucedida no Brasil do projeto proposto e de alguns poucos do mesmo teor seria a chave para superar as barreiras tecnológicas para este tipo de projeto.

Barreiras devido à prática predominante

A atividade de projeto proposta (captura de gás de aterro sanitário e uso para geração de energia) seria a primeira de seu tipo no Brasil. Embora outros projetos de captura do gás de aterro sanitário no Brasil tenham sido propostos nos últimos meses (todos dentro do contexto do MDL), estes são dedicados especialmente para a queima simples do biogás. Existe apenas um projeto de gás de aterro sanitário para energia em operação no Brasil, e levará alguns anos até que a coleta de biogás para geração de energia ou geração de energia térmica se torne uma tecnologia bem-estabelecida no Brasil.

A ferramenta de adicionalidade também fornece o Sub-passo 3.b.

⁶ A taxa de serviço média recebida pela Qualix por parte dos municípios é de US\$10,20 por tonelada disposta nos aterros. Por outro lado, por exemplo, segundo o site do Estado da Califórnia na internet, a taxa de serviço média para os resíduos sólidos no estado norte-americano, no ano 2000, era de aproximadamente US\$ 40,00 (<http://www.ciwm.ca.gov/Landfills/TipFees/TFSums.htm>).



“Sub-passo 3b. Mostrar que as barreiras identificadas não impediriam a implementação de ao menos uma das alternativas (exceto a atividade de projeto proposta)”.

As barreiras acima identificadas se aplicam aos cenários LFG1.1 a LFG1.4, já considerados neste documento. Estes quatro cenários são variantes da atividade de projeto proposta, e todos enfrentam barreiras. As barreiras identificadas não impedem a manutenção da atual situação no aterro (cenário LFG2), o que não exige investimentos adicionais, e nem treinamento adicional ou trabalhadores qualificados.

Nesse caso, a ferramenta determina que: *“Se ambos os Sub-passos, 3a – 3b, forem satisfeitos, prosseguir para o Passo 4 (Análise de práticas comuns).”*

“Passo 4. Análise de práticas comuns”.

Este passo estabelece que:

“Os testes genéricos de adicionalidade acima deverão ser complementados com uma análise da extensão a qual o tipo de projeto proposto (por exemplo, tecnologia ou prática) esteja já difundido no setor ou região pertinente. Este teste é uma checagem de credibilidade para complementar a análise de investimentos (Passo 2) ou a análise de barreiras (Passo 3).”

O Passo 4 contém os dois Sub-passos a serem discutidos abaixo.

“Sub-passo 4a. Analisar outras atividades similares à atividade de projeto proposta”.

“Fornecer análise de quaisquer outras atividades previamente implementadas ou atualmente em operação que sejam similares à atividade de projeto proposta. São considerados similares os projetos que estiverem localizados no mesmo país ou região e sejam baseados em tecnologia amplamente similar, sejam de escala similar, e ocorram em ambiente comparável com respeito ao marco regulatório, clima de investimento, acesso a tecnologia e a financiamento, etc. Outras atividades de projetos de MDL não serão incluídas nesta análise. Fornecer evidências documentais e, quando relevante, informações quantitativas. Com base na análise de extensão, descrever se e a que extensão atividades similares já se difundiram na região pertinente”

Conforme declarado no contexto do Passo 3 acima, existem algumas atividades de projetos similares à atividade de projeto proposta operando atualmente no Brasil, mas sem o componente energético, devido a fortes barreiras apresentadas a nível nacional.

O **“Sub-passo 4b: Discutir quaisquer opções similares que estejam ocorrendo”** não é aplicável, uma vez que não existem atividades similares. Não existem outros projetos similares de coleta de gás e geração de energia no Brasil, exceto projetos que estejam ocorrendo nos termos da estrutura do MDL por causa das receitas dos créditos de carbono.

Mais adiante, a ferramenta diz que:

“Se os sub-passos 4a e 4b forem satisfeitos, isto é, (i) não é possível observar atividades similares ou (ii) se observam atividades similares, mas existem diferenças essenciais entre a atividade de projeto e as atividades similares que possam ser logicamente explicadas, a atividade de projeto proposta então será considerada adicional”



Assim, podemos afirmar que a atividade de projeto proposta é adicional.

B.6. Reduções de emissões:

B.6.1. Explicação das escolhas metodológicas:

Segundo a metodologia ACM0001, versão 6:

As reduções de emissões de gases de efeito estufa alcançadas pela atividade de projeto durante um determinado ano “y” (ER_y) serão obtidas por:

$$ER_y = (MD_{project,y} - MD_{reg,y}) * GWP_{CH_4} + EL_{LFG,y} * CEF_{elec,BL,y} - EL_{PR,y} * CEF_{elec,PR,y} + ET_{LFG,y} * CEF_{ther,BL,y} - ET_{PR,y} * EF_{fuel,PR,y} \quad (1)$$

Onde:

- ER_y = Redução de emissões em toneladas equivalentes de CO₂ (tCO₂e).
- $MD_{project,y}$ = A quantidade de metano que seria destruída ou queimada durante o ano como resultado da implantação do projeto, em toneladas de metano (tCH₄).
- $MD_{reg,y}$ = A quantidade de metano que seria destruída ou queimada durante o ano na ausência do projeto, em toneladas de metano (tCH₄).
- GWP_{CH_4} = O Potencial de Aquecimento Global para o metano, no primeiro período de compromisso, é de 21 tCO₂e/tCH₄.
- $EL_{LFG,y}$ = Quantidade líquida de eletricidade produzida usando o gás de aterro sanitário, que na ausência da Atividade de Projeto teria sido produzida por centrais energéticas conectadas à rede elétrica ou por geração de energia cativa no local ou externamente, durante o ano y, em megawatts-hora (MWh).
- $CEF_{elec,BL,y}$ = Intensidade das emissões de CO₂ da fonte de eletricidade de linha de base substituída, em tCO₂e/MWh.
- $ET_{LFG,y}$ = Quantidade de energia térmica produzida utilizando o gás de aterro sanitário, que na ausência da atividade de projeto teria sido produzida por uma caldeira a combustível fóssil no local ou externamente, durante o ano y, em TJ.
- $CEF_{ther,BL,y}$ = Intensidade das emissões de CO₂ do combustível usado pela caldeira para gerar energia térmica substituída pela geração de energia térmica a partir do gás de aterro sanitário, em tCO₂e/TJ.
- $EL_{PR,y}$ = Montante de eletricidade gerada em uma central energética a combustível fóssil no local ou importada da rede elétrica como resultado da atividade de projeto, mensurada através de um medidor de eletricidade (MWh)⁷.
- $CEF_{elec,PR,y}$ = Fator de emissões do dióxido de carbono para geração de eletricidade na atividade de projeto (tCO₂/MWh).
- $ET_{PR,y}$ = Consumo de combustível fóssil no local durante a atividade de projeto no ano y (toneladas)⁸.
- $EF_{fuel,PR,y}$ = Fator de emissões do CO₂ do combustível fóssil usado pela caldeira para gerar energia térmica na atividade de projeto, durante o ano y.

⁷Se, na linha de base, parte do biogás foi captada, então a quantidade de eletricidade usada no cálculo é a eletricidade usada na atividade de projeto, líquida daquela consumida na linha de base.

⁸Se, na linha de base, parte do biogás foi captada, então a quantidade de calor usada no cálculo é o combustível usado na atividade de projeto, líquido daquele consumido na linha de base.



A metodologia ACM0001, versão 6 oferece diversas formas de determinar MD_{reg} .

Uma opção é “No caso em que $MD_{reg,y}$ for dado/definido como uma quantidade, tal quantidade será utilizada”, o que não é o caso aqui.

Outra opção é “Em casos onde as exigências regulatórias ou contratuais não especificarem $MD_{reg,y}$ um “Fator de Ajuste”, (AF) deverá ser usado e justificado, tendo em conta o contexto do projeto.”

$$MD_{reg,y} = MD_{project,y} * AF \quad (2)$$

Esta é a abordagem adotada neste DCP.

Para calcular $MD_{project,y}$, a metodologia estabelece que:

“O metano destruído pela atividade de projeto ($MD_{project,y}$) durante um ano é determinado ao monitorar as quantidades de metano realmente queimada e de gás usada para gerar eletricidade e/ou produzir energia térmica, se aplicável, e a quantidade total de metano captada.”

E,

“A soma das quantidades a alimentar o(s) flare(s), para a(s) central(is) energética(s) e para a(s) caldeira(s)⁹, estimada usando a equação (3), devem ser comparadas anualmente com a quantidade total de metano captado¹⁰. O valor mais baixo dentre os dois deve ser adotado como $MD_{project,y}$ ”.

Considera-se o conservadorismo deste valor, reivindicando o montante mais baixo de metano destruído. Caso a coleta total de metano seja a mais elevada, dá se $MD_{project,y}$ por:

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y} + MD_{electricity,y} + MD_{thermal,y} \quad (3)$$

Assim, necessitamos determinar o metano destruído pela queima, para geração de eletricidade e para geração de energia térmica.

Cálculo de $MD_{flared,y}$:

$$MD_{flared,y} = (LFG_{flare,y} * w_{CH_4,y} * D_{CH_4}) - \left(\frac{PE_{flare,y}}{GWP_{CH_4}} \right) \quad (4)$$

Onde, segundo a metodologia ACM0001, “ $MD_{flared,y}$ é a quantidade de metano destruída pela queima, $LFG_{flare,y}$ é a quantidade de gás de aterro sanitário a alimentar o flare durante o ano, medida em metros

⁹ Em geral, este pode ser qualquer equipamento de produção de calor. Para este projeto, esta é uma planta de tratamento de resíduos hospitalares por vapor.

¹⁰ A ACM0001 versão 6 (e as versões prévias) se refere(m) à quantidade total de metano gerado, mas crê-se que isto seja um erro, pois não é possível monitorar a geração de metano. Além disso, as quantidades de metano captado alimentarão o(s) flare(s), central(is) energética(s) e a(s) central(is) térmica(s), para que o metano destruído no projeto esteja relacionado ao metano captado.



cúbicos (m^3), $w_{CH_4,y}$ é a fração média de metano do gás de aterro sanitário conforme medição¹¹ durante o ano e expressa como uma fração (em m^3CH_4/m^3 biogás), D_{CH_4} é a densidade de metano expressa em toneladas de metano por metro cúbico de metano (tCH_4/m^3CH_4)¹² e $PE_{flare,y}$ são as emissões do projeto provenientes da queima da vazão de gás residual no ano y (tCO_2e), determinadas de acordo com o procedimento descrito na ‘Ferramenta para determinar as emissões do projeto pela queima de gases contendo metano’. Se o metano for queimado em mais de um flare, $PE_{flare,y}$ será determinado para cada flare usando a ferramenta.”

A fim de determinar a quantidade de metano enviada ao flare em um ano, precisamos somar a massa de metano ao longo de um ano. Uma vez que a fração de metano do gás de aterro sanitário e a densidade do gás geralmente mudem com o tempo, uma fórmula mais precisa para o metano destruído pela queima será:

$$MD_{flared,y} = \left(\sum_{h=1}^{8760} (LFG_{flare,h} * w_{CH_4,h} * D_{CH_4,h}) \right) - \left(\frac{PE_{flare,y}}{GWP_{CH_4}} \right) \quad (4a)$$

Aqui, a massa de metano enviada ao flare é determinada a cada hora, com a adição de valores horários ao longo do ano.

A densidade do gás depende de temperatura e pressão, e o medidor de vazão a ser usado para o monitoramento em projetos de captação de biogás compensa automaticamente a densidade do gás na medição da vazão, para que na Equação (4a), $LFG_{flare,h}$ seja já expresso em termos de temperatura e pressão normais, de forma que $D_{CH_4,h}$ (densidade do metano) seja na verdade uma constante, 0,0007168 ton/ m^3 , em condições normais de temperatura e pressão (0°C, 1,013 bar). Desta forma, na prática, não há diferença entre as equações (4) e (4a).

Nem todo o metano a alcançar o flare é destruído, e a “Ferramenta para determinar as emissões do projeto pela queima de gases contendo metano” pretende levar isto em conta.

A ferramenta diferencia os flares abertos dos confinados. O projeto aqui proposto usará flares confinados, mais eficientes na destruição do metano.

Para flares confinados, a Ferramenta propõe duas opções para determinar a eficiência do flare:

Para flares confinados, uma destas duas opções pode ser utilizada para determinar a eficiência do flare:

(a) Utilizar um valor-padrão de 90%. Monitoramento contínuo de conformidade com as especificações do flare determinadas pelo fabricante (temperatura, taxa de vazão de gás residual na entrada do flare) deve ser executado. Se, em uma hora específica, quaisquer dos parâmetros estiverem fora do limite de especificações do fabricante, um valor-padrão de 50% para a eficiência do flare deve ser utilizado para os cálculos nessa hora específica.

¹¹ Fração de metano do gás de aterro sanitário a ser medida em base úmida.

¹² Sob condições normais de temperatura e pressão (0 graus Celsius e 1,013 bar), a densidade do metano é 0,0007168 tCH_4/m^3CH_4 .



(b) *Monitoramento contínuo da eficiência de destruição de metano do flare (eficiência do flare).*

Mais adiante, a ferramenta exige que a temperatura no gás que sai do flare seja medida a fim de determinar se o flare está operando ou não. “*Em ambos os casos, se não houver registro da temperatura do gás de exaustão ou se a temperatura registrada for inferior a 500°C a qualquer hora em particular, deverá ser assumido que a eficiência do flare durante essa hora é zero.*”

É provável que o projeto utilize o valor-padrão de 90%. No entanto, o operador do projeto poderá fazer o monitoramento contínuo das emissões. Quando o monitoramento contínuo não for possível, o valor-padrão será aplicado. Quando não houver monitoramento contínuo em vigor, será aplicado o valor-padrão. Caso seja utilizado o valor-padrão de 90% (flares confinados), os Passos 3 e 4 da Ferramenta não serão aqui incluídos.

Passo 1: Determinação da taxa de vazão da massa de gás residual queimada

“*Este passo calcula a vazão da massa de gás residual a cada hora, baseado na taxa de vazão volumétrica e na densidade do gás residual. A densidade do gás residual é determinada com base na fração volumétrica de todos os componentes do gás.*”

$$FM_{RG,h} = \rho_{RG,n,h} * FV_{RG,h} \quad (T.1)^{13}$$

Onde:

$FM_{RG,h}$	kg/h	Taxa de vazão da massa de gás residual na hora h
$\rho_{RG,n,h}$	kg/m ³	Densidade do gás residual em condições normais na hora h
$FV_{RG,h}$	m ³ /h	Taxa de vazão volumétrica do gás residual, em base seca, sob condições normais, na hora h

E:

$$\rho_{RG,n,h} = \frac{P_n}{\frac{R_u}{MM_{RG,h}} \times T_n} \quad (T.2)$$

Onde:

$\rho_{RG,n,h}$	kg/m ³	Densidade do gás residual em condições normais na hora h
P_n	Pa	Pressão atmosférica em condições normais (101.325)
R_u	Pa.m ³ /kmol.K	Constante universal ideal do gás (8.314)
$MM_{RG,h}$	kg/kmol	Massa molecular do gás residual na hora h
T_n	K	Temperatura em condições normais (273,15)

E:

¹³ Os números da equação pertencentes à Ferramenta são prefixados pela letra “T” para diferenciá-los das equações da metodologia.



$$MM_{RG,h} = \sum_i (fv_{i,h} * MM_i) \quad (\text{T.3})$$

Onde:

$MM_{RG,h}$	kg/kmol	Massa molecular do gás residual na hora h
$fv_{i,h}$	-	Fração volumétrica do componente i no gás residual na hora h
MM_i	kg/kmol	Massa molecular do componente de gás residual i
I		Os componentes CH ₄ , CO, CO ₂ , O ₂ , H ₂ , N ₂

A Ferramenta afirma que “*Como abordagem simplificada, os participantes do projeto podem apenas medir a fração volumétrica de metano e considerar a diferença em relação a 100% como nitrogênio (N₂)*”.

Note-se que a Ferramenta é aplicável a uma grande variedade de gases residuais que serão queimados, enquanto o gás de aterro é produto da decomposição anaeróbia, que não produz hidrogênio ou monóxido de carbono; assim esses dois gases podem ser eliminados dos cálculos, sem quaisquer pressupostos. A simplificação proposta na ferramenta envolve considerar CO₂ e O₂ como N₂, uma vez que esse procedimento, ao simplificar grandemente as medições, leva à menor ocorrência de erros, não afetando de modo significativo a estimativa da eficiência do flare.

Com essa simplificação, a Eq. (T.3) torna-se:

$$MM_{RG,h} = \sum_i (fv_{i,h} * MM_i) \quad (\text{T.3a})$$

Onde:

$MM_{RG,h}$	kg/kmol	Massa molecular do gás residual na hora h
$fv_{i,h}$	-	Fração volumétrica do componente i no gás residual na hora h
MM_i	kg/kmol	Massa molecular do componente de gás residual i
I		Os componentes CH ₄ e N ₂ (Note que somente o CH ₄ seria medido, com N ₂ determinado como saldo)

Note que o hidrogênio elementar é parte do metano, e portanto o conteúdo hidrogenado do gás residual afeta a sua estequiometria.

Passo 2: Determinação da fração das massas de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio no gás residual.

O Passo 2 afirma:

Determinar as frações das massas de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio no gás residual, calculadas a partir da fração volumétrica de cada componente no gás residual, como segue:

$$fm_{j,h} = \frac{\sum_i fv_{i,h} * AM_j * NA_{j,i}}{MM_{RG,h}} \quad (\text{T.4})$$



Onde:

$fm_{i,h}$	-	Fração de massa de elemento j no gás residual na hora h
$fv_{i,h}$	-	Fração volumétrica do componente i no gás residual na hora h
AM_j	kg/kmol	Massa atômica do elemento j
$NA_{j,i}$	-	Número de átomos de elemento j no componente i
$MM_{RG,h}$	kg/kmol	Massa molecular do gás residual na hora h
J		Os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Note-se que a abordagem simplificada envolvendo a medição de metano e assumindo o saldo como nitrogênio implica que não existe oxigênio elementar no gás, e que todo o carbono está na forma de metano. O único hidrogênio está presente também no metano, mas isso não envolve simplificação alguma, uma vez que não há H ₂ nos outros componentes que pudessem estar presentes no gás de aterro, a saber: CO ₂ e O ₂ .
I		Os componentes CH ₄ e N ₂ (Note-se que, devido à abordagem simplificada, as concentrações de outros gases não seriam determinadas)

Passo 3: Determinação da taxa de vazão volumétrica do gás de exaustão em base seca

Uma vez que a eficiência de combustão do metano será continuamente medida no projeto proposto, este passo será aplicável.

Determinar a taxa de vazão volumétrica do gás de exaustão a cada hora h baseada num cálculo estequiométrico do processo de combustão, o que depende da composição química do gás residual, da quantidade de ar fornecida para queimá-lo e da composição do gás residual, como segue:

$$TV_{n,FG,h} = V_{n,FG,h} * FM_{RG,h} \quad (\text{T.5})$$

Onde:

$TV_{n,FG,h}$	m ³ /h	Taxa de vazão volumétrica do gás de exaustão em base seca sob condições normais na hora h
$V_{n,FG,h}$	m ³ /kg de gás residual	Volume do gás de exaustão do flare em base seca sob condições normais na hora h
$FM_{RG,h}$	kg de gás residual /h	Fluxo da vazão da massa de gás residual na hora h

$$V_{n,FG,h} = V_{n,CO_2,h} + V_{n,O_2,h} + V_{n,N_2,h} \quad (\text{T.6})$$

Onde:

$V_{n,FG,h}$	m ³ /kg de gás residual	Volume do gás de exaustão do flare em base seca sob condições normais por kg de gás residual na hora h
$V_{n,CO_2,h}$	m ³ /kg de gás residual	Quantidade de volume de CO ₂ livre no gás de exaustão do flare sob condições normais por kg de gás residual na hora h
$V_{n,N_2,h}$	m ³ /kg de gás residual	Quantidade volume de N ₂ livre no gás de exaustão do flare sob condições normais por kg de gás residual na hora h
$V_{n,O_2,h}$	m ³ /kg de gás residual	Quantidade volume de O ₂ livre no gás de exaustão do flare sob condições normais por kg de gás residual na hora h



$$V_{n,O_2,h} = n_{O_2,h} \times MV_n \quad (\text{T.7})$$

Onde:

$V_{n,O_2,h}$	m ³ /kg de gás residual	Quantidade volume de O ₂ livre no gás de exaustão do flare sob condições normais por kg de gás residual na hora <i>h</i>
$n_{O_2,h}$	kmol/kg de gás residual	Quantidade de moles de O ₂ no gás de exaustão do flare sob condições normais por kg de gás residual na hora <i>h</i>
MV_n	m ³ /kmol	Volume de um mol de qualquer gás ideal sob condições normais de temperatura e pressão (22,4 litros/mol)

A Ferramenta estabelece:

$$V_{n,N_2,h} = MV_n \times \left\{ \frac{fm_{N,h}}{200AM_N} + \left(\frac{1 - MF_{O_2}}{MF_{O_2}} \right) \times [F_h + n_{O_2,h}] \right\} \quad (\text{T.8})$$

Onde:

$V_{n,N_2,h}$	m ³ /kg gás residual	Quantidade volume de N ₂ livre no gás de exaustão do flare sob condições normais por kg de gás residual na hora <i>h</i>
$fm_{N,h}$	-	Fração de massa de nitrogênio no gás residual na hora <i>h</i>
AM_N	kg/kmol	Massa atômica do nitrogênio
MF_{O_2}	-	Fração volumétrica de O ₂ no ar (0,21)
F_h	kmol/kg gás residual	Quantidade estequiométrica de moles de O ₂ exigidos para uma oxidação completa de um kg de gás residual na hora <i>h</i>

e outras variáveis conforme definido anteriormente.

Note-se que, se a fração de massa for expressa como fração, conforme a definição acima, e não como porcentagem, o número no primeiro denominador da Eq. T.8 deverá ser 2 e não 200, para que a equação correta seja:

$$V_{n,N_2,h} = MV_n \times \left\{ \frac{fm_{N,h}}{2AM_N} + \left(\frac{1 - MF_{O_2}}{MF_{O_2}} \right) \times [F_h + n_{O_2,h}] \right\} \quad (\text{T.8a})$$

Em seguida temos:

$$V_{n,CO_2,h} = \frac{fm_{C,h}}{AM_C} \times MV_n \quad (\text{T.9})$$

Onde:

$V_{n,CO_2,h}$	m ³ /kg de gás residual	Quantidade volume de CO ₂ livre no gás de exaustão do flare sob condições normais por kg de gás residual na hora <i>h</i>
$fm_{C,h}$	-	Fração de massa de carbono no gás residual na hora <i>h</i>
AM_C	kg/kmol	Massa atômica de carbono

e outras variáveis conforme definido anteriormente.



$$n_{O_2,h} = \left(1 - \left(t_{O_2,h} / MF_{O_2}\right)\right) \times \left[\frac{fm_{C,h}}{AM_C} + \frac{fm_{N,h}}{2AM_N} + \left(\frac{1 - MF_{O_2}}{MF_{O_2}}\right) \times F_h \right] \quad (\text{T.10})$$

Onde:

$t_{O_2,h}$ - Fração volumétrica de O_2 no gás de exaustão na hora h
e outras variáveis conforme definido anteriormente.

Note que o segundo termo entre colchetes [...] é $\frac{fm_{N,h}}{2AM_N}$, com 2 no denominador, e não 200, confirmando nossa observação da Eq. (8) acima.

$$F_h = \frac{fm_{C,h}}{AM_C} + \frac{fm_{H,h}}{4AM_H} - \frac{fm_{O,h}}{2AM_O} \quad (\text{T.11})$$

Onde:

F_h	kmol O_2 / kg residual gás	Quantidade estequiométrica de moles de O_2 exigida para uma oxidação completa de um kg de gás residual na hora h
$fm_{H,h}$	-	Fração de massa de hidrogênio no gás residual na hora h
$fm_{O,h}$	-	Fração de massa de oxigênio no gás residual na hora h
AM_H	kg/kmol	Massa atômica do hidrogênio
AM_O	kg/kmol	Massa atômica do oxigênio

e outras variáveis conforme definido anteriormente.

Passo 4: Determinação da taxa de vazão da massa de metano no gás de exaustão em base seca

O fluxo de massa de metano no gás de exaustão é baseado no fluxo volumétrico do gás de exaustão e na concentração mensurada de metano no gás de exaustão, como segue:

$$TM_{FG,h} = \frac{TV_{n,FG,h} * fv_{CH_4,FG,h}}{1,000,000} \quad (\text{T.12})$$

Onde:

$TM_{FG,h}$	kg/h	Taxa de vazão da massa de metano no gás de exaustão do flare em base seca sob condições normais na hora h
$TV_{n,FG,h}$	m ³ /h de gás de exaustão	Taxa de fluxo volumétrico do gás de exaustão em base seca sob condições normais na hora h
$fv_{CH_4,FG,h}$	mg/m ³	Concentração de metano no gás de exaustão do flare em base seca sob condições normais na hora h

Passo 5: Determinação da taxa de vazão da massa de metano no gás residual em base seca

A Ferramenta estabelece que:



“A quantidade de metano no gás residual que flui para o flare é o produto da taxa de fluxo volumétrico do gás residual ($FV_{RG,h}$), da fração volumétrica de metano no gás residual ($fv_{CH_4,RG,h}$) e da densidade de metano ($\rho_{CH_4,n}$) sob as mesmas condições de referência (condições normais e base seca ou úmida).”

Note-se que esta é idêntica à primeira parte de nossa reformulação Eq. (4a) da Eq. (4) da ACM0001.

Mais adiante, a Ferramenta elabora que:

“É necessário referir-se a ambas as medições (taxa de vazão do gás residual e fração volumétrica de metano no gás residual) para a mesma condição de referência, que pode ser base seca ou úmida. Se a umidade no gás residual for significativa (temperatura superior a 60°C), a taxa de vazão mensurada do gás residual usualmente associado à base úmida deve ser corrigida para base seca, devido ao fato de que a medição do metano é normalmente realizada sobre uma base seca (isto é, a água é removida antes da análise da amostra).”

$$TM_{RG,h} = FV_{RG,h} * fv_{CH_4,RG,h} * \rho_{CH_4,n} \quad (T.13)$$

Onde:

$TM_{RG,h}$	kg/h	Taxa de vazão da massa de metano no gás residual na hora h
$FV_{RG,h}$	m ³ /h	Taxa de vazão volumétrica do gás residual em base seca na hora h
$fv_{CH_4,RG,h}$	-	Fração volumétrica de metano no gás residual sobre base seca na hora h (NB: este corresponde a $fv_{i,RG,h}$, onde i se refere ao metano).
$\rho_{CH_4,n}$	kg/m ³	Densidade de metano sob condições normais (0,716)

Note-se que a ferramenta utiliza termos do tipo $fv_{CH_4,FG,h}$ na Eq. (T.12), expressos como mg/m³, e que termos similares $fv_{CH_4,RG,h}$ na Eq. (T.13) foram expressos como uma quantidade adimensional. Embora fosse melhor que a Equação (T.12) tivesse utilizado uma letra diferente (ao invés de “fv”) para designar a concentração, as equações estão corretas, uma vez que estão sendo aplicadas, notando-se que há dois tipos de “fv”.

Note-se também que a Ferramenta denomina a densidade pela tradicional letra grega (ρ), enquanto a metodologia ACM0001 utiliza a letra D. Além disso, a densidade está expressa em kg/m³ na Ferramenta, e em toneladas/m³ na ACM0001. Portanto, deve-se ter cuidado com as unidades para evitar erros.

Passo 6: Determinação da eficiência horária do flare

A Ferramenta estabelece que:

“A determinação da eficiência horária do flare depende da operação do flare (ex: temperatura), do tipo de flare utilizado (aberto ou confinado) e, no caso de flares confinados, da abordagem selecionada pelos participantes do projeto para determinar a eficiência do flare (valor total ou monitoramento contínuo).” Em caso de flares confinados e de monitoramento contínuo da eficiência do flare, esta eficiência, na hora h ($\eta_{flare,h}$), será:

- 0% se a temperatura do gás de exaustão do flare (T_{flare}) estiver abaixo de 500 °C por mais de 20 minutos durante a hora h .
- Caso a temperatura do gás de exaustão do flare (T_{flare}) esteja acima de 500 °C por mais de 40 minutos durante a hora h :

$$\eta_{flare,h} = 1 - \frac{TM_{FG,h}}{TM_{RG,h}} \quad (T.14)$$

Onde:

$\eta_{flare,h}$	-	Eficiência do flare na hora h
$TM_{FG,h}$	kg/h	Taxa de vazão da massa de metano no gás de exaustão, cuja média é calculada na hora h ¹⁴
$TM_{RG,h}$	kg/h	Taxa de vazão da massa de metano no gás residual na hora h

Passo 7. Cálculo das emissões anuais do projeto provenientes da queima

A ferramenta estabelece que:

“As emissões do Projeto que forem provenientes de queima são calculadas como a soma das emissões de cada hora h , baseadas na taxa de vazão de metano no gás residual ($TM_{RG,h}$) e na eficiência do flare em cada hora h ($\eta_{flare,h}$), como segue:”

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} \times (1 - \eta_{flare,h}) \times \frac{GWP_{CH_4}}{1000} \quad (T.15)$$

Onde:

$PE_{flare,y}$	tCO ₂ e	Emissões do projeto provenientes da queima do fluxo de gás residual no ano
$TM_{RG,h}$	kg/h	Taxa de vazão da massa de metano no gás residual na hora h
$\eta_{flare,h}$	-	Eficiência do flare na hora h
GWP_{CH_4}	tCO ₂ e/tCH ₄	Potencial de Aquecimento Global do metano

Em caso de utilização do valor-padrão para a eficiência de destruição do metano, as especificações do fabricante para a operação do flare e os dados exigidos para que se faça o monitoramento dessas especificações deverão estar documentados no MDL-DCP.

Uma vez que as emissões do projeto $PE_{flare,y}$ tenham sido calculadas, será utilizada a próxima fórmula, com base na metodologia ACM0001 ver. 6:

$$MD_{electricity,y} = LFG_{electricity,y} \times w_{CH_4,y} \times D_{CH_4} \quad (5)$$

Onde:

$MD_{electricity,y}$	=	Quantidade de metano destruída pela geração de eletricidade (tCH ₄ /ano)
$LFG_{electricity,y}$	=	Quantidade de gás de aterro a alimentar o gerador de eletricidade (m ³ /ano)
$w_{CH_4,y}$	=	Fração média de metano do gás de aterro, conforme medição realizada durante o ano (m ³ CH ₄ /m ³ biogás)
D_{CH_4}	=	Densidade do metano sob condições normais (tCH ₄ /m ³ CH ₄)

¹⁴ Note-se que a primeira versão da Ferramenta (EB28 Anexo 13) define $TM_{FG,h}$ como a “taxa de vazão da massa de metano no gás de exaustão, cuja média é calculada ao longo de um período de tempo t (hora, dois meses ou ano)”. Acreditamos que tenha ocorrido um erro de impressão. Para que a eficiência horária do flare seja significativamente determinada, a definição deverá estar em concordância com o que foi estabelecido neste DCP.

MDL – Conselho Executivo

página 33

Considerando as variações horárias na densidade do metano e na concentração de metano no biogás, uma formulação mais precisa da Eq. (5) será:

$$MD_{electricity,y} = \sum_{h=1}^{8760} (LFG_{electricity,h} \times w_{CH_4,h} \times D_{CH_4}) \quad (5.1)$$

Seguindo a mesma lógica de $MD_{electricity,y}$, dá-se a fórmula para a energia térmica como segue:

$$MD_{thermal,y} = \sum_{h=1}^{8760} (LFG_{thermal,h} \times w_{CH_4,h} \times D_{CH_4}) \quad (5.2^{15})$$

Onde:

$MD_{thermal,y}$ = Quantidade de metano destruído para geração de energia térmica
 $LFG_{thermal,h}$ = Quantidade de gás de aterro sanitário a alimentar a central térmica

Finalmente, e considerando as variações horárias na densidade e na concentração de metano no biogás, $MC_{total,y}$ ¹⁶ seria:

$$MC_{total,y} = \sum_{h=1}^{8760} (LFG_{total,h} \times w_{CH_4,h} \times D_{CH_4}) \quad (5.3^{17})$$

Onde:

$MC_{total,y}$ = Quantidade total de metano captado
 $LFG_{total,h}$ = Quantidade total de gás de aterro sanitário captado

Determinação de $CEF_{elec,BL,y}$

A metodologia declara: “Caso a linha de base seja a eletricidade gerada por centrais conectadas à rede elétrica, o fator de emissão deve ser calculado de acordo com a metodologia ACM0002 (‘Linha de base consolidada para geração de eletricidade conectada à rede elétrica, proveniente de fontes renováveis’)”.

O valor e a fonte de informação para $CEF_{elec,BL,y}$ são dados na seção B.6.2.

Determinação de $CEF_{ther,BL,y}$

¹⁵ A metodologia ACM0001, versão 6, não oferece uma fórmula para $MD_{thermal,y}$. Esta fórmula será numerada como (5.2).

¹⁶ A metodologia ACM0001, versão 6, (e as versões anteriores) se refere à quantidade total de metano gerado, usando a variável MD_{total} , mas crê-se que isto seja um erro, pois não é possível monitorar a geração de metano. Esta deve se referir a “metano capturado”. Então, como o símbolo “MD” (metano destruído) estaria errado, renomeamos a variável como MC_{total} .

¹⁷ A metodologia ACM0001, versão 6, não fornece fórmula para $MD_{total,y}$, a qual será numerada como (5.3).



Seguem abaixo as fórmulas fornecidas pela metodologia:

$$CEF_{therm,BL,y} = \frac{EF_{fuel,BL}}{\epsilon_{boiler} \cdot NCV_{fuel,BL}} \quad (7)$$

Onde:

- ϵ_{boiler} = Eficiência energética da central térmica¹⁸ usada na ausência da atividade de projeto para gerar energia térmica
- $NCV_{fuel,BL}$ = Valor calorífico líquido do combustível, conforme identificado através do procedimento de identificação da linha de base, usado [na central térmica] para gerar a energia térmica na ausência da atividade de projeto, em TJ por unidade de volume ou massa
- $EF_{fuel,BL}$ = Fator de emissão do combustível, conforme identificado através do procedimento de identificação da linha de base, usado [na central térmica] para gerar a energia térmica na ausência da atividade de projeto, em tCO₂ / unidade de volume ou massa do combustível

Segundo a metodologia, a eficiência [da central térmica] pode ser avaliada por duas opções:

“Opção A: Usar o mais alto dentre os três valores seguinte como abordagem conservadora:

- 1. Eficiência medida antes da implementação do projeto;*
- 2. Eficiência medida durante o monitoramento;*
- 3. Informações do fabricante sobre a eficiência [da central térmica]*

Opção B: Assumir uma eficiência [da central térmica] de 100%, com base nos valores caloríficos líquidos, como abordagem conservadora.”

Aqui, escolhemos a *Opção B* acima como conservadora.

Para EF_{fuel} a metodologia declara: *“Na determinação do fator de emissões de CO₂ (EF_{fuel}) dos combustíveis, deverão ser usados dados confiáveis locais ou nacionais, se disponíveis. Não havendo disponibilidade de tais dados, deve-se escolher, de maneira conservadora, fatores de emissões padrão do IPCC”.*

Determinação de $CEF_{elect,PR,y}$:

A metodologia declara que: *“Nos casos onde a eletricidade seja comprada da rede elétrica, o fator de emissão será calculado de acordo com a metodologia ACM0002 (‘Metodologia de linha de base consolidada para geração de eletricidade conectada à rede elétrica, proveniente de fontes renováveis’). Se o consumo de eletricidade for inferior ao limite de pequena escala (60 GWh por ano), será possível utilizar a metodologia AMS-I.D”.*

B.6.2. Dados e parâmetros disponíveis na validação:

¹⁸ Note que a ACM0001 se refere a “caldeira”, mas acreditamos que possa ser qualquer central energética térmica. Neste caso, é uma planta de tratamento de resíduos hospitalares, equipada com uma planta térmica (tratamento por autoclave).

**MDL – Conselho Executivo**

página 35

Alguns parâmetros e dados utilizados em equações não monitoradas são constantes, conforme listado na tabela abaixo, da qual a maior parte é tirada diretamente da Ferramenta de Queima. Os parâmetros remanescentes e os dados que estiverem disponíveis no momento da validação, e que não sejam monitorados, serão listados em tabelas de dados individuais abaixo.

Parâmetro	Unidade SI	Descrição	Valor
MM_{CH_4}	kg/kmol	Massa molecular do metano	16,04
MM_{CO}	kg/kmol	Massa molecular do monóxido de carbono	28,01
MM_{CO_2}	kg/kmol	Massa molecular do dióxido de carbono	44,01
MM_{O_2}	kg/kmol	Massa molecular do oxigênio	32,00
MM_{H_2}	kg/kmol	Massa molecular do hidrogênio	2,02
MM_{N_2}	kg/kmol	Massa molecular do nitrogênio	28,02
AM_C	kg/kmol (g/mol)	Massa atômica do carbono	12,00
AM_H	kg/kmol (g/mol)	Massa atômica do hidrogênio	1,01
AM_O	kg/kmol (g/mol)	Massa atômica do oxigênio	16,00
AM_N	kg/kmol (g/mol)	Massa atômica do nitrogênio	14,01
P_n	Pa	Pressão atmosférica sob condições normais	101,325
R_u	Pa m ³ /kmol K	Constante universal ideal do gás	8,314,472
T_n	K	Temperatura sob condições normais	273,15
MF_{O_2}	Sem dimensões	Fração volumétrica de O ₂ no ar	0,21
GWP_{CH_4}	tCO ₂ /tCH ₄	Potencial de Aquecimento Global do metano	21
MV_n	m ³ /Kmol	Volume de um mol de qualquer gás ideal à temperatura e pressão normais	22,414
$\rho_{CH_4, n} / D_{CH_4}$	kg/m ³	Densidade de gás metano em condições normais	0,7168
$NA_{i,j}$	Sem dimensões	Numero de átomos de elemento j no componente i , dependendo da estrutura molecular	

Dado / Parâmetro:	AF
Unidade do dado:	Adimensional
Descrição:	Fator de ajuste (para destruição de metano na linha de base)
Fonte do dado usada:	Estimativa (ver justificativa abaixo)
Valor aplicado:	20%
Justificativa da escolha do dado ou descrição dos métodos e procedimentos de medição realmente aplicados:	Na ausência do projeto proposto, a quase totalidade do gás de aterro será liberada à atmosfera. Conforme explicado em B.4, a configuração atual da ventilação passiva e da queima limitada no Aterro Sanitário de Feira de Santana, elaborada para atender às exigências de segurança e às práticas comuns, não destruiria mais de 20% do gás coletado por um sistema de extração ativa.
Comentário:	O valor pode mudar ao final de cada período de obtenção de créditos em caso de alteração das exigências regulatórias, as quais serão monitoradas. Ver tabela para variável 25 na seção B.7.1 abaixo.

Dado / Parâmetro:	CEF_{elec,BL,v}
--------------------------	--------------------------------



MDL – Conselho Executivo

página 36

Unidade do dado:	tCO ₂ e/MWh
Descrição:	Intensidade das emissões de CO ₂ da fonte de eletricidade de linha de base substituída.
Fonte do dado usada:	Dados para as centrais energéticas na rede elétrica interconectada Norte-Nordeste, fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ou por outra fonte de dados oficiais.
Valor aplicado:	0,0767 (Margem Combinada)
Justificativa da escolha do dado ou descrição dos métodos e procedimentos de medição realmente aplicados:	Para geração de energia abaixo de 15 MW, o fator de emissões pode ser calculado usando a metodologia de MDL de pequena escala: AMS I.D. De outra forma, deve-se utilizar a metodologia ACM0002, mais genérica.
Comentário:	Um valor fixo simples será utilizado para cada período de obtenção de créditos. Mais detalhes sobre cálculos estão disponíveis no Anexo 3.

Dado / Parâmetro:	CEF_{elec.PR,v}
Unidade do dado:	tCO ₂ e/MWh
Descrição:	Fator de emissão do carbono para geração de eletricidade na atividade de projeto.
Fonte do dado usada:	Dados para as centrais energéticas na rede elétrica interconectada Norte-Nordeste, fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ou por outra fonte de dados oficiais.
Valor aplicado:	0,0767 (Margem Combinada)
Justificativa da escolha do dado ou descrição dos métodos e procedimentos de medição realmente aplicados:	Para geração de energia abaixo de 15 MW, o fator de emissões pode ser calculado usando a metodologia de MDL de pequena escala: AMS I.D. De outra forma, deve-se utilizar a metodologia ACM0002, mais genérica.
Comentário:	Um valor fixo simples será utilizado para cada período de obtenção de créditos. Mais detalhes sobre cálculos estão disponíveis no Anexo 3.

Dado / Parâmetro:	CEF_{ther.BL,v}
Unidade do dado:	tCO ₂ e/TJ
Descrição:	Intensidade das emissões de CO ₂ do combustível usado pela central térmica para gerar energia térmica, a qual é substituída pela geração de energia térmica por gás de aterro.
Fonte do dado usada:	Tabelas de dados do IPCC ou outra fonte confiável
Valor aplicado:	63,1 tCO ₂ e/TJ. (valor-padrão do IPCC)
Justificativa da escolha do dado ou descrição dos métodos e procedimentos de medição realmente aplicados:	Como não há dados locais ou nacionais confiáveis disponíveis, o fator de emissão padrão para o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) foi utilizado.
Comentário:	

Dado / Parâmetro:	EF_{fuel.BL,v}
--------------------------	-------------------------------



Unidade do dado:	tCO ₂ e/Gg
Descrição:	Fator de emissão de CO ₂ do combustível fóssil que teria sido usado na geração de energia térmica cativa de linha de base.
Fonte do dado usada:	Tabelas de dados do IPCC ou outra fonte confiável
Valor aplicado:	2.984,6 tCO ₂ e/Gg.
Justificativa da escolha do dado ou descrição dos métodos e procedimentos de medição realmente aplicados:	Como não há dados locais ou nacionais confiáveis disponíveis, o fator de emissão padrão para o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) foi utilizado.
Comentário:	Este valor foi calculado usando o fator de emissão do IPCC e o valor calorífico líquido do GLP.

Dado / Parâmetro:	\mathcal{E}_{boiler}
Unidade do dado:	%
Descrição:	Eficiência da central térmica
Fonte do dado usada:	Abordagem conservadora tomada a partir da metodologia ACM0001, versão 6.
Valor aplicado:	100%
Justificativa da escolha do dado ou descrição dos métodos e procedimentos de medição realmente aplicados:	Para estimar a eficiência da central térmica, os participantes do projeto usarão o valor mais alto entre a medição anteriormente à implementação do projeto ou durante o monitoramento, ou as informações do fabricante, ou pelo menos uma eficiência-padrão de 100% deverá ser considerada. Foi utilizado o fator de emissão padrão do IPCC para o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).
Comentário:	Como abordagem conservadora, utiliza-se um padrão de 100% para fins de cálculo <i>ex ante</i> .

B.6.3 Cálculo ex-ante das reduções de emissões:

Um cálculo *ex ante* das reduções de emissões exige uma estimativa de produção de gás de aterro sanitário a partir dos resíduos presentes no local. Esta estimativa é feita por meio de um Modelo de Decaimento de Primeira Ordem desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) e largamente utilizado. Mais informações sobre este modelo e os parâmetros utilizados estão disponíveis no Anexo 3.

A eficiência de coleta do biogás para as estimativas *ex ante* é presumida em 65%, um valor conservador se comparado aos valores típicos considerados ns aterros sanitários brasileiros. A quantidade de gás de aterro sanitário coletado representaria LFG_{total} .

Conforme discutido na seção B.4, na ausência da atividade de projeto, a configuração da ventilação passiva e da queima limitada no Aterro Sanitário de Feira de Santana não destruiria mais do que 20% do gás que seria coletado por um sistema de extração ativo. Assim, um valor apropriado para o Fator de Ajuste (AF) é 20%.

Espera-se que a central térmica instalada no local do aterro esteja em funcionamento durante o primeiro ano de operação do projeto, substituindo uma média de 1.800 kg de GLP (combustível fóssil) por ano.



Portanto, parte do gás de aterro sanitário coletado será enviada para a unidade de geração térmica, de acordo com a demanda do equipamento. Com base nas informações do fabricante, a unidade térmica necessitaria uma vazão em torno de 71 m³/h de gás de aterro sanitário (@50% metano) para se obter um potencial de geração térmica em torno de 339.000 kcal/h (0.39 de capacidade térmica-MW). Dessa forma, parte da destruição de metano acontecerá normalmente nesta unidade.

O proponente do projeto também pretende gerar eletricidade; assim, tão logo o gerador de eletricidade entre em operação (o que está previsto para 2009), parte do gás de aterro sanitário coletado seria enviada para a unidade de geração de eletricidade. O potencial máximo de geração de eletricidade (MW) pode ser estimado a partir da taxa de vazão de gás de aterro sanitário coletado (m³/h). Estimamos que um gerador exclusivo de biogás necessitará uma vazão de 688 m³/h de gás de aterro sanitário (aprox. 50% de metano) para gerar 1 MWe (um megawatt elétrico). Este pressuposto se baseia nas informações enviadas por um fabricante de geradores a biogás (Waukesha Motors), o que nos permite calcular o potencial de geração de energia máximo se todo o biogás fosse convertido para eletricidade. Ainda que a geração de biogás possa variar continuamente ao longo do tempo, o equipamento de geração de energia está disponível somente em capacidades específicas de geração de energia. Com base no montante de gás de aterro sanitário disponível após a satisfação da demanda da central térmica, assumimos que a geração de energia inicial em 2009 seria de 0,5 MW, alcançando 1 MW em 2011. Enquanto o modelo de biogás indica que o gás poderia gerar quase 1,6 MW durante a totalidade do período de obtenção de créditos, dado que nenhuma decisão firme sobre a geração de energia foi ainda tomada, a estimativa atual limita a geração de energia para um máximo de 1,0 MW. Todos esses cálculos estão disponíveis nas tabelas na próxima página.

A totalidade do gás restante será queimada em um flare confinado. Por conservadorismo, as estimativas *ex ante* assumirão uma eficiência-padrão do flare de 90%, conforme recomendado na “Ferramenta [metodológica] para determinar as emissões do projeto devido à queima de gases contendo metano” (Versão: EB28, Anexo 13).

A atividade de projeto envolve a recuperação de biogás, o que exige um soprador para bombear o gás, e eletricidade para esse propósito. Se o projeto não gerar eletricidade, ou até que a central energética esteja operacional, essa eletricidade será comprada da rede, conforme a Eq. (1). No caso da geração de eletricidade utilizando o metano coletado no projeto, as reduções de emissões seriam determinadas pela soma da eletricidade exportada do local do projeto para a rede elétrica e a quantidade de eletricidade utilizada no local sem relação com a atividade de projeto – à medida que teria sido importada na ausência da atividade de projeto – isto constituirá $EL_{LFG,y}$.

Outros pressupostos para as estimativas *ex ante* seguem abaixo:

- **Operação da central térmica:** Espera-se que a instalação de geração térmica operará por 1.080 horas/ano (ou 3 horas/dia, 12,3% do ano).
- **Operação da central energética:** Espera-se que a instalação de geração de eletricidade operará por 8.000 horas/ano (91,3% do ano).
- **Operação da estação de queima:** Pressupõe-se que a estação de queima operará por 8.600 horas/ano (98,2% do ano).
- **Consumo de eletricidade do soprador:** Com base nas informações do fabricante, assume-se que um soprador utilizará 75 HP (56 kW) para bombear 5.000 m³/h de biogás (aprox. 50% de metano).

As emissões geradas por este consumo de energia a partir da rede na atividade de projeto também dependerão do fator de emissões para a geração de eletricidade, $CEF_{elec,PR,y}$, o que está estimado no



Anexo 3. Um valor de 0,0767 tCO₂/MWh (margem combinada) foi utilizado neste projeto para a eletricidade importada. Este fator de emissões de CO₂ para geração de energia foi determinado pelo uso de um procedimento indicado na metodologia ACM0002, que admite $CEF_{elec,BL,y}$ e $CEF_{elec,PR,y}$ para permanecer fixo para cada período de obtenção de créditos.

Para o cálculo *ex ante* das emissões, o consumo de linha de base de combustível fóssil é dado pela demanda de GLP da central térmica existente ($ET_{LFG,y}$), que é de 1.800 kg de GLP durante 3 horas diárias, equivalente a 1,53 TJ de energia por ano. A fórmula para estimar $CEF_{ther,BL,y}$ é fornecida em B.6.2, assumindo uma eficiência de 100% da central térmica (ϵ_{boiler}) e os valores-padrão do IPCC para o fator de emissões do GLP ($EF_{fuel,BL,y}$), bem como seu valor calorífico líquido ($NCV_{fuel,BL}$), dados na seção B.7.1 e nas tabelas abaixo.

Para propósitos de cálculo *ex ante*, não haverá qualquer consumo de combustível fóssil no cenário de projeto ($ET_{PR,y}$), mas todo consumo eventual de combustível fóssil será contabilizado. $EF_{fuel,PR}$ dependerá também do combustível fóssil consumido, e seu valor será obtido a partir do fator de emissões padrão do IPCC, caso outros dados não estejam disponíveis.

Como a ACM0001 cobre um amplo espectro de opções para a utilização de metano, existem diversos detalhes de cálculos e pressupostos que podem ser melhores expressados em uma planilha eletrônica. Todas as equações e pressupostos essenciais foram apresentados acima e são usados para estimar as reduções de emissões do projeto. Os resultados são apresentados na próxima página.



$MD_{reg,y} = MD_{project,y} * AF$ (2)		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
$MD_{reg,y}$	Quantidade de metano que teria sido destruída/queimada durante o ano y na ausência do projeto (tCH ₄)	303	399	446	511	555	598	641	50
$MD_{project,y}$	Quantidade de metano que teria sido destruída/queimada durante o ano y (tCH ₄)	1,515	1,995	2,228	2,554	2,775	2,991	3,203	252
AF	Fator de ajuste	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%

$MD_{project,y} = MD_{flared,y} + MD_{electricity,y} + MD_{thermal,y}$ (3)		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
$MD_{project,y}$	Quantidade de metano que teria sido destruída/queimada durante o ano y (tCH ₄)	1,515	1,995	2,228	2,554	2,775	2,991	3,203	252
$MD_{flared,y}$	Metano destruído pela queima (tCH ₄)	1,489	981	1,214	554	775	991	1,203	83
$MD_{electricity,y}$	Metano destruído pela geração de eletricidade (tCH ₄)	0	986	986	1,973	1,973	1,973	1,973	168
$MD_{thermal,y}$	Metano destruído pela geração térmica (tCH ₄)	25	28	28	28	28	28	28	2

$MD_{flared,y} = (LFG_{flare,y} * w_{CH_4,y} * D_{CH_4}) - (PE_{flare,y} / GWP_{CH_4})$ (4)		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
$LFG_{flare,y}$	Quantidade de gás de aterro sanitário a alimentar o flare durante o ano (m ³)	4,617,005	3,040,685	3,764,626	1,716,165	2,401,927	3,072,369	3,729,791	255,979
$w_{CH_4,y}$	Fração média de metano do gás de aterro sanitário, conforme medição durante o ano y e expressa como uma fração (m ³ CH ₄ / m ³ biogás)	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
D_{CH_4}	Densidade do metano (tCH ₄ /m ³ CH ₄)	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168
$PE_{flare,y}$	Emissões do projeto provenientes da queima do fluxo de gás residual (tCO ₂ e) determinada de acordo com o procedimento descrito na "Ferramenta para determinar as emissões do projeto pela queima de gases contendo metano"	3,475	2,289	2,833	1,292	1,808	2,312	2,807	193
GWP_{CH_4}	Potencial de Aquecimento Global do metano para o primeiro período de compromisso (tCO ₂ e/tCH ₄)	21	21	21	21	21	21	21	21

$MD_{electricity,y} = LFG_{electricity,y} * w_{CH_4} * D_{CH_4}$ (5)		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
--	--	------	------	------	------	------	------	------	------



$MD_{electricity,y}$	Quantidade de metano destruída pela geração de eletricidade (tCH_4)	0	986	986	1,973	1,973	1,973	1,973	168
$LFG_{electricity,y}$	Quantidade de gás de aterro sanitário a alimentar o gerador de eletricidade (m^3)	0	2,752,000	2,752,000	5,504,000	5,504,000	5,504,000	5,504,000	467,463
$w_{CH_4,y}$	Fração média de metano do gás de aterro sanitário, conforme medida durante o ano y e expressa como uma fração ($m^3 CH_4 / m^3$ biogás)	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
D_{CH_4}	Densidade do metano ($tCH_4/m^3 CH_4$)	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168

$MD_{thermal,y} = LFG_{thermal,y} * w_{CH_4} * D_{CH_4}$	(5.2)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
$MD_{thermal,y}$	Metano destruído pela geração térmica (tCH_4)	25	28	28	28	28	28	28	2
$LFG_{thermal,y}$	Quantidade de gás de aterro sanitário a alimentar o gerador térmico (m^3)	70,438	76,975	76,975	76,975	76,975	76,975	76,975	6,538
$w_{CH_4,y}$	Fração média de metano do gás de aterro sanitário, conforme medida durante o ano y e expressa como uma fração ($m^3 CH_4 / m^3$ biogás)	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
D_{CH_4}	Densidade do metano ($tCH_4/m^3 CH_4$)	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168	0.0007168

$PE_{flare,y} = \sum TM_{RG,h} * (1 - \eta_{flare,h}) * GWP_{CH_4} / 1000$	(T.15)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
$PE_{flare,y}$	Emissões do projeto provenientes da queima do fluxo de gás residual (tCO_2e) determinada segundo o procedimento descrito na “Ferramenta para determinar as emissões do projeto pela queima de gases contendo metano”	3,475	2,289	2,833	1,292	1,808	2,312	2,807	193
$\sum TM_{RG,h}$	Taxa de vazão da massa total no gás residual (kg)	1,654,735	1,089,782	1,349,242	615,073	860,851	1,101,137	1,336,757	91,743
$\eta_{flare,h}$	Eficiência de combustão do flare	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
GWP_{CH_4}	Potencial de Aquecimento Global do metano para o primeiro período de compromisso (tCO_2e/tCH_4)	21	21	21	21	21	21	21	21

$CEF_{elec,BL} = 3.6 * EF_{fuel,BL} / (\epsilon_{gen,BL} * NCV_{fuel,BL})$	(6)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
--	-----	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------



$NCV_{fuel,PR}$	<i>Valor calorífico líquido do combustível fóssil (GJ/massa ou volume)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
$\epsilon_{gen,PR}$	<i>Eficiência da central de geração de energia cativa</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3.6	<i>Equivalente de energia GJ em 1 MWh de eletricidade</i>	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6

**B.6.4 Síntese da estimativa *ex-ante* de reduções de emissões:****Tabela 4: Estimativa *ex ante* de gás de aterro sanitário coletado e queimado/usado no Projeto Feira de Santana**

Ano	$LFG_{total,y}$ m ³ LFG /ano	$LFG_{thermal,y}$ m ³ LFG /ano	$LFG_{electricity,y}$ m ³ LFG /ano	$LFG_{flare,y}$ m ³ LFG/ano
2008 (desde fevereiro)	4.687.443	70.438	0	4.617.005
2009	5.869.660	76.975	2.752.000	3.040.684
2010	6.593.601	76.975	2.752.000	3.764.626
2011	7.297.140	76.975	5.504.000	1.716.165
2012	7.982.902	76.975	5.504.000	2.401.927
2013	8.653.345	76.975	5.504.000	3.072.369
2014	9.310.767	76.975	5.504.000	3.729.791
2015 (até janeiro)	729.980	6.538	467.463	255.979

Tabela 5: Estimativa *ex ante* de reduções de emissões líquidas pela destruição de metano no Projeto Feira de Santana

Ano	$MD_{thermal,y}$ tCH ₄ /ano	$MD_{electricity,y}$ tCH ₄ /ano	$MD_{flare,y}$ tCH ₄ /ano	$MD_{project}$ tCH ₄ /ano	MD_{reg} tCH ₄ /ano	Reduções de emissões líquidas pela destruição de metano - tCO ₂ e/ano
2008 (desde fevereiro)	25	0	1.489	1.515	303	25.452
2009	28	986	981	1.995	399	33.516
2010	28	986	1.214	2.228	446	37.422
2011	28	1.973	554	2.554	511	42.903
2012	28	1.973	775	2.775	555	46.620
2013	28	1.973	991	2.991	598	50.253
2014	28	1.973	1.203	3.203	641	53.802
2015 (até janeiro)	2	168	83	252	50	4.242

Tabela 6: Estimativa *ex ante* de reduções de emissões líquidas pela substituição de combustíveis fósseis, devido à geração de eletricidade e/ou energia térmica usando gás de aterro sanitário no Projeto Feira de Santana

Ano	$EL_{LFG,y}$ MWh/ano	$EL_{PR,y}$ MWh/ano	Reduções de Emissões Líquidas pela geração de eletricidade tCO ₂ e/ano	$ET_{LFG,y}$ TJ/ano	$ET_{PR,y}$ TJ/ano	Reduções de Emissões Líquidas pela geração térmica tCO ₂ e/ano
2008 (desde fevereiro)	0	52,4	-4	1,4	0	88
2009	4.000	4,6	307	1,53	0	97
2010	4.000	5,1	307	1,53	0	97
2011	8.000	5,7	614	1,53	0	97
2012	8.000	6,2	614	1,53	0	97
2013	8.000	6,8	613	1,53	0	97
2014	8.000	7,3	613	1,53	0	97
2015 (até janeiro)	679	0,6	52	0,13	0	8

Tabela 7: Resumo da estimativa *ex ante* de reduções de emissões totais no Projeto Feira de Santana



Ano	Reduções de Emissões Totais tCO ₂ e/ano
2008 (desde fevereiro)	25.536
2009	33.920
2010	37.826
2011	43.614
2012	47.331
2013	50.963
2014	54.512
2015 (até janeiro)	4.302
Total	298.004

B.7 Aplicação da metodologia de monitoramento e descrição do plano de monitoramento:**B.7.1 Dados e parâmetros monitorados:**

Nota: Os “Dados /Parâmetros” incluem a variável como presente na metodologia ACM0001, ver. 6.

Dados / Parâmetro:	1. LFG_{total,y}
Unidade do dado:	m ³
Descrição:	Quantidade total de gás de aterro sanitário captado
Fonte do dado a ser usada:	Mensurada através de medidor de vazão
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados nas seções B.6.3 e B.6.4.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Medidores de vazão de massa contínua serão usados para mensurar as taxas de vazão. Os dados serão medidos pelo menos uma vez a cada hora, sendo eletronicamente arquivados e mantidos durante o período de obtenção de créditos e pelos dois anos subsequentes. Haverá também agregação de dados mensal/anoal.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Uma empresa independente, credenciada pelas autoridades locais, realizará o contraste e a checagem de dados conforme as especificações do fabricante, para assegurar a precisão.
Comentário:	O medidor de vazão ajustaria a vazão volumétrica para temperatura e pressão.

Dados / Parâmetro:	2. LFG_{flare,y}
Unidade do dado:	m ³
Descrição:	Quantidade de gás de aterro sanitário queimado (a alimentar o(s) flare(s))
Fonte do dado a ser usada:	Medida com medidor de vazão
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados nas seções B.6.3 e B.6.4.
Descrição dos métodos e	Os dados serão medidos para cada flare pelo menos uma vez a cada hora,



MDL – Conselho Executivo

página 47

procedimentos de medição a serem aplicados:	sendo eletronicamente arquivados e mantidos durante o período de obtenção de créditos e pelos dois anos subsequentes. Haverá também agregação de dados mensal/anual.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Medidores de vazão de massa contínua serão usados para medir as taxas de vazão. Uma empresa independente, credenciada pelas autoridades locais, realizará o contraste e a checagem de dados conforme as especificações do fabricante, para assegurar a precisão.
Comentário:	O medidor de vazão ajustaria a vazão volumétrica para temperatura e pressão.

Dados / Parâmetro:	3. LFG_{electricity,y}
Unidade do dado:	m ³
Descrição:	Quantidade de gás de aterro sanitário queimado na central energética (a alimentar o(s) gerador(es) de eletricidade)
Fonte do dado a ser usada:	Medida com medidor de vazão
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados nas seções B.6.3 e B.6.4.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Medidores de vazão de massa contínua serão usados para medir as taxas de vazão. Os dados serão medidos em cada usina de geração de eletricidade pelo menos uma vez a cada hora, sendo eletronicamente arquivados e mantidos durante o período de obtenção de créditos e pelos dois anos subsequentes. Haverá também agregação de dados mensal/anual.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Uma empresa independente, credenciada pelas autoridades locais, realizará o contraste e a checagem de dados conforme as especificações do fabricante, para assegurar a precisão.
Comentário:	O medidor de vazão ajustaria a vazão volumétrica para temperatura e pressão.

Dados / Parâmetro:	4. LFG_{thermal,y}
Unidade do dado:	m ³
Descrição:	Quantidade de gás de aterro sanitário queimado na(s) central(is) térmica(s)
Fonte do dado a ser usada:	Medido com medidor de vazão
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados nas seções B.6.3 e B.6.4.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Medidores de vazão de massa contínua serão usados para medir as taxas de vazão. Os dados serão medidos para cada central térmica pelo menos uma vez a cada hora, sendo eletronicamente arquivados e mantidos durante o período de obtenção de créditos e pelos dois anos subsequentes. Haverá também agregação de dados mensal/anual.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Uma empresa independente, credenciada pelas autoridades locais, realizará o contraste e a checagem de dados conforme as especificações



	do fabricante, para assegurar a precisão.
Comentário:	O medidor de vazão ajustaria a vazão volumétrica para temperatura e pressão.

Dados / Parâmetro:	5. $PE_{flare,y}$
Unidade do dado:	tCO ₂ e
Descrição:	Emissões do projeto a partir da queima do fluxo de gás residual no ano y
Fonte do dado a ser usada:	Medições / cálculos no local
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	10% de CH ₄ no fluxo de gás
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Os parâmetros usados para determinar as emissões do projeto a partir da queima do fluxo de gás residual no ano y ($PE_{flare,y}$) serão monitorados de acordo com a “ <i>Ferramenta para determinar as emissões do projeto pela queima de gases contendo metano</i> ”. Os parâmetros usados para a determinação de $PE_{flare,y}$ são $LFG_{flare,y}$, $w_{CH_4,y}$, $f_{V_{i,h}}$, $f_{V_{CH_4+FG,h}}$ e $t_{O_2,h}$.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	A manutenção regular garantirá a operação mais eficiente do flare. Os analisadores serão calibrados anualmente, de acordo com as recomendações do fabricante.
Comentário:	Obs.: A determinação de $PE_{flare,y}$ usando a ferramenta de queima exige medir uma série de parâmetros adicionais, os quais são relacionados e descritos de acordo com as variáveis especificamente mencionadas na metodologia ACM0001.

Dados / Parâmetro:	6. $w_{CH_4,y}$
Unidade do dado:	m ³ CH ₄ / m ³ biogás
Descrição:	Fração de metano no gás de aterro sanitário
Fonte do dado a ser usada:	Medido com um analisador de gás
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	50%
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	O conteúdo de metano será medido por meio de um analisador contínuo de gás. Os dados serão medidos pelo menos uma vez a cada hora, sendo eletronicamente arquivados e mantidos durante o período de obtenção de créditos e pelos dois anos subsequentes. Haverá também agregação de dados mensal/anual.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Uma empresa independente fará o contraste entre os instrumentos e os instrumentos de referência, de acordo com as especificações do fabricante.
Comentário:	

Dados / Parâmetro:	7. T
Unidade do dado:	°C
Descrição:	Temperatura do gás de aterro sanitário
Fonte do dado a ser usada:	Medida.



MDL – Conselho Executivo

página 49

Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	0 (Sob condições normais de temperatura e pressão)
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Os dados serão medidos pelo menos uma vez a cada hora, sendo eletronicamente arquivados e mantidos durante o período de obtenção de créditos e pelos dois anos subsequentes. Haverá também agregação de dados mensal/anual.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Uma empresa independente fará o contraste dos termômetros usados para as medições com o equipamento certificado.
Comentário:	Não há necessidade de monitoramento em separado da temperatura ao utilizar medidores de vazão, os quais medem automaticamente a temperatura e a pressão, expressando os volumes de biogás em metros cúbicos normalizados (Nm ³).

Dados / Parâmetro:	8. p
Unidade do dado:	Pa
Descrição:	Pressão do gás de aterro sanitário
Fonte do dado a ser usada:	Medida.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	101.325 (1 atm sob condições normais de temperatura e pressão)
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Os dados serão medidos através de um analisador de pressão pelo menos uma vez a cada hora, sendo eletronicamente arquivados e mantidos durante o período de obtenção de créditos e pelos dois anos subsequentes. Haverá também agregação de dados mensal/anual.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Uma empresa independente fará o contraste dos instrumentos usados para as medições com o equipamento certificado.
Comentário:	Não há necessidade de monitoramento em separado da temperatura ao utilizar medidores de vazão, os quais medem automaticamente a temperatura e a pressão, expressando os volumes de biogás em metros cúbicos normalizados (Nm ³).

Dados / Parâmetro:	9. EL_{LFG}
Unidade do dado:	MWh
Descrição:	Quantidade líquida de eletricidade usando biogás.
Fonte do dado a ser usada:	Medida. Exigida para estimar as reduções de emissões provenientes da geração de eletricidade a partir do biogás, se houver a solicitação de créditos.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados nas seções B.6.3 e B.6.4.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	As quantidades serão mensuradas através de medidores de eletricidade instalados nos geradores. As leituras serão realizadas ao menos uma vez a cada hora e armazenadas em uma planilha eletrônica. Os dados serão



MDL – Conselho Executivo

página 50

	registrados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os medidores elétricos são bastante precisos. Além disso, haverá calibragem periódica do medidor, segundo as especificações do fabricante.
Comentário:	

Dados / Parâmetro:	10. EL_{PR}
Unidade do dado:	MWh
Descrição:	Quantidade total de eletricidade exigida para atender as exigências do projeto.
Fonte do dado a ser usada:	Medida. Exigida para determinar as emissões de CO ₂ provenientes do uso de eletricidade para operar a atividade de projeto.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados nas seções B.6.3 e B.6.4.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Qualquer quantidade de eletricidade importada na linha de base também será registrada no início do projeto. Medidores elétricos serão instalados na entrada das instalações do projeto, e as medições ocorrerão ao menos uma vez a cada hora, com armazenamento em planilha eletrônica. Os dados permanecerão registrados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os medidores elétricos são bastante precisos. Além disso, haverá calibragem periódica do medidor, segundo as especificações do fabricante.
Comentário:	

Dados / Parâmetro:	11. ET_{LFG}
Unidade do dado:	TJ
Descrição:	Quantidade total de energia térmica gerada usando biogás.
Fonte do dado a ser usada:	Medida. Exigida para estimar as reduções de emissões provenientes da geração de energia térmica a partir do biogás, se houver a solicitação de créditos.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados nas seções B.6.3 e B.6.4.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	A energia térmica gerada na central térmica é dada pela energia fornecida pelo biogás e pela eficiência do equipamento. Os dados permanecerão registrados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	A central térmica possuirá medidores de temperatura e vazão, os quais serão periodicamente calibrados.
Comentário:	

Dados / Parâmetro:	12. ET_{PR}
---------------------------	----------------------------



MDL – Conselho Executivo

página 51

Unidade do dado:	Tonelada
Descrição:	Quantidade total de combustível fóssil exigida para atender às exigências do projeto
Fonte do dado a ser usada:	Medida. O consumo de combustível fóssil exigido para determinar as emissões de CO ₂ provenientes do uso de energia para operar a atividade de projeto.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	0
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Registros mensais de qualquer combustível utilizado no local do projeto, especificamente para a atividade de projeto.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Chechagem de faturas contra dados de consumo de combustível, quando disponíveis
Comentário:	Se a eletricidade for produzida no local por meio de combustível fóssil, esta será observada nesta categoria. Qualquer quantidade de gás propano ou outro combustível fóssil, usada para a ignição do(s) flare(s), seria incluída neste item.

Dados / Parâmetro:	13. CEF_{elec,BL,v}
Unidade do dado:	tCO ₂ /MWh
Descrição:	Fator de emissão do carbono da eletricidade
Fonte do dado a ser usada:	Dados para as centrais energéticas na Rede elétrica interconectada Norte-Nordeste, fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ou por outra fonte de dados oficiais.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	0,0767 (Margem Combinada)
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Para geração de energia abaixo de 15 MW, o fator de emissões pode ser calculado usando a metodologia de MDL de pequena escala AMS I.D. De outra forma, deve-se utilizar a metodologia ACM0002, mais genérica.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os cálculos serão realizados de acordo com a metodologia do Conselho Executivo do MDL, anualmente ou a qualquer momento em que haja disponibilidade de novas informações sobre a rede elétrica, para atualização dos dados.
Comentário:	Com base na abordagem promovida a partir da metodologia ACM0002, este valor permanecerá fixo ao longo de cada período de obtenção de créditos.

Dados / Parâmetro:	14. EF_{fuel,BL}
Unidade do dado:	tCO ₂ /massa ou volume
Descrição:	Fator de emissão de CO ₂ do combustível fóssil
Fonte do dado a ser usada:	Dados confiáveis locais, ou valores-padrão do IPCC. O combustível fóssil que teria sido usado na central energética cativa de linha de base ou geração de energia térmica.



MDL – Conselho Executivo

página 52

Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	2,984.6
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Nenhum. O valor será obtido a partir de fontes confiáveis, de preferência os valores recomendados pelo IPCC. Os dados permanecerão registrados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subseqüentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	O valor será confirmado pela fonte, a cada período de obtenção de créditos.
Comentário:	

Dados / Parâmetro:	15. $NCV_{fuel, BL}$
Unidade do dado:	GJ/massa ou volume
Descrição:	Valor calorífico líquido do combustível fóssil
Fonte do dado a ser usada:	Dados confiáveis locais ou nacionais, valores-padrão do IPCC ou literatura confiável. Valor calorífico do combustível fóssil que teria sido usado na Linha de base para geração de energia térmica e/ou geração de eletricidade.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados na seção B.6.3.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Nenhum. Os valores do valor calorífico dos combustíveis fósseis serão verificados a cada período de obtenção de créditos. Os dados permanecerão registrados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subseqüentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os valores serão verificados com as informações do fabricante a cada período de obtenção de créditos.
Comentário:	Para propósitos de cálculo <i>ex ante</i> , o valor calorífico líquido para o GLP na central térmica foi informado pelo fornecedor do gás da cidade de Feira de Santana, e verificado com o valor do IPCC.

Dados / Parâmetro:	17. $CEF_{ther, BL, v}$
Unidade do dado:	tCO ₂ /GJ
Descrição:	Fator de emissão do carbono da energia térmica produzida na linha de base.
Fonte do dado a ser usada:	Calculado.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados na seção B.6.3.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Nenhum. Calculados conforme a equação (7) da metodologia ACM0001 versão 6, e anualmente registrados. Os dados permanecerão registrados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subseqüentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	O valor será recalculado, caso haja alterações em qualquer das variáveis dentro da fórmula.
Comentário:	



Dados / Parâmetro:	19. CEF_{elec,PR,y}
Unidade do dado:	tCO ₂ /MWh
Descrição:	Fator de emissão do carbono para eletricidade
Fonte do dado a ser usada:	Dados para as centrais energéticas na Rede elétrica interconectada Norte-Nordeste, fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) ou por outra fonte de dados oficiais.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	0,0767 (Margem Combinada)
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Para geração de energia abaixo de 15 MW, o fator de emissões pode ser calculado usando a metodologia de MDL de pequena escala AMS I.D. De outra forma, deve-se utilizar a metodologia ACM0002, mais genérica.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os cálculos serão realizados de acordo com a metodologia do Conselho Executivo do MDL, anualmente ou a qualquer momento em que haja disponibilidade de novas informações sobre a rede elétrica, para atualização dos dados.
Comentário:	Com base na abordagem promovida a partir da metodologia ACM0002, este valor permanecerá fixo ao longo de cada período de obtenção de créditos.

Dados / Parâmetro:	21. EF_{fuel,PR}
Unidade do dado:	tCO ₂ /massa ou volume
Descrição:	Fator de emissão de CO ₂ do combustível fóssil
Fonte do dado a ser usada:	Dados confiáveis locais ou nacionais ou valores-padrão do IPCC. O fator de emissão de CO ₂ do combustível fóssil que teria sido usado na central energética cativa do projeto para geração de energia térmica.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Os detalhes de pressupostos, cálculos e dados resultantes são apresentados na seção B.6.3.
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Nenhum. Os dados serão anualmente registrados, conforme indicado na metodologia ACM0001, ver. 6. Os dados permanecerão registrados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	O valor será verificado a cada período de obtenção de créditos.
Comentário:	

Dados / Parâmetro:	25. Exigências regulatórias relacionadas a projetos de gás de aterro sanitário
Unidade do dado:	Nenhuma
Descrição:	As exigências regulatórias relacionadas a projetos de gás de aterro sanitário podem afetar o valor de <i>AF</i> ou <i>MD_{reg,y}</i> (ver acima).
Fonte do dado a ser usada:	Legislação nacional e regulamentações obrigatórias.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das	<i>AF</i> = 20%



MDL – Conselho Executivo

página 54

reduções de emissões esperadas na seção B.5	
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Embora a metodologia exija o registro apenas no momento de renovação do período de obtenção de créditos, as informações relacionadas a todas as políticas e circunstâncias pertinentes serão coletadas e registradas anualmente, sendo mantidas durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Documentos legais.
Comentário:	Embora registrada anualmente, as informações são utilizadas para as alterações no fator de ajuste (AF) ou diretamente em $MD_{reg,y}$, no momento da renovação do período de obtenção de créditos.

Dados / Parâmetro:	26. Operação da central energética
Unidade do dado:	horas
Descrição:	
Fonte do dado a ser usada:	Medido com horímetro conectado à central energética.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	8.000
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Os registros serão mantidos durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Mesmo sendo bastante precisos, os medidores serão calibrados de acordo com as especificações do fabricante.
Comentário:	Monitorado para assegurar que a destruição de metano é obtida para o metano usado na central elétrica, quando operacional.

Dados / Parâmetro:	27. Operação da central térmica
Unidade do dado:	horas
Descrição:	
Fonte do dado a ser usada:	Mensurada através de horímetro conectado à central térmica.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	1.080
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Os registros serão mantidos durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Mesmo sendo bastante precisos, os medidores serão calibrados de acordo com as especificações do fabricante.
Comentário:	A central térmica opera em média por 3 horas/dia.

Dados / Parâmetro:	Operação da estação de queima
Unidade do dado:	horas
Descrição:	



MDL – Conselho Executivo

página 55

Fonte do dado a ser usada:	Mensurada através de horímetro conectado ao soprador
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	8.600
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Os registros serão mantidos durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Mesmo sendo bastante precisos, os medidores serão calibrados de acordo com as especificações do fabricante.
Comentário:	Presume-se que a estação de queima operará 98% do ano.

As variáveis abaixo são exigidas para determinar a eficiência do flare utilizando a Ferramenta. Para estimativas *ex ante*, assume-se uma eficiência fixa do flare, de modo que estimativas desses dados são desnecessárias.

Dados / Parâmetro:	$FV_{RG,h}$
Unidade do dado:	m^3/h
Descrição:	Taxa de vazão volumétrica do gás residual em base seca em condições normais na hora h .
Fonte do dado a ser usada:	Medições no local.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Não utilizadas nas estimativas <i>ex ante</i> .
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Os dados serão Mensurados ao menos uma vez por hora de forma eletrônica, utilizando um medidor de vazão, e arquivados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subsequentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os medidores de vazão serão periodicamente calibrados de acordo com as recomendações do fabricante.
Comentário:	Considera-se a mesma base (seca ou úmida) para esta medição quando a temperatura do gás residual exceder 60°C.

Dados / Parâmetro:	$fv_{i,h}$
Unidade do dado:	-
Descrição:	Fração volumétrica do componente i no gás residual na hora h
Fonte do dado a ser usada:	Medições no local utilizando um analisador de gás contínuo.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Não-utilizado nas estimativas <i>ex ante</i> .
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Como abordagem simplificada (ver Eq. 3a), apenas o conteúdo de metano do gás residual será mensurado, e a parte restante será considerada como N_2 . A concentração de metano seria mensurada ao menos uma vez a cada hora utilizando um analisador de gás contínuo, e os registros serão mantidos durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos



MDL – Conselho Executivo

página 56

	subseqüentes.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os analisadores serão periodicamente calibrados de acordo com as recomendações do fabricante. Serão realizadas checagens do zero e do valor típico por comparação com um gás-padrão certificado.
Comentário:	Considera-se a mesma base (seca ou úmida) para essa medição quando a temperatura do gás residual exceder 60°C.

Se o operador do projeto optar pelo monitoramento contínuo das emissões, as duas variáveis abaixo deverão ser monitoradas:

Dados / Parâmetro:	$t_{O_2,h}$
Unidade do dado:	-
Descrição:	Fração volumétrica do O_2 no gás de exaustão na hora h .
Fonte do dado a ser usada:	Medições no local utilizando um analisador de gás contínuo.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Não-utilizado nas estimativas <i>ex ante</i> .
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Medição eletrônica ao menos uma vez a cada hora utilizando um analisador de gás contínuo, sendo os dados arquivados durante o período de obtenção de créditos e nos dois anos subseqüentes. Analisadores de amostragem extrativa com dispositivos de remoção de água e particulados ou analisadores no local para determinação em base úmida. O ponto de medição (ponto de amostragem) estará na seção superior do flare (80% da altura total do flare). A amostragem será realizada com o auxílio de sondas de amostragem apropriadas, adequadas ao nível de altas temperaturas (por exemplo, sondas de inonel).
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os analisadores serão periodicamente calibrados de acordo com as recomendações do fabricante. Serão realizadas checagens do zero e do valor típico por comparação com um gás-padrão certificado.
Comentário:	

Dados / Parâmetro:	$f_{V_{CH_4,FG,h}}$
Unidade do dado:	mg/m^3
Descrição:	Concentração de metano no gás de exaustão do flare em base seca sob condições normais na hora h
Fonte do dado a ser usada:	Medições feitas pelos participantes do projeto, utilizando um analisador de gás contínuo
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Não-utilizado nas estimativas <i>ex ante</i> .
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Analisadores de amostragem extrativa com dispositivos de remoção de água e particulados ou analisadores no local para determinação em base úmida. O ponto de medição (ponto de amostragem) estará na seção superior do flare (80% da altura total do flare). A amostragem será realizada com o auxílio de sondas de amostragem apropriadas, adequadas



	ao nível de altas temperaturas (por exemplo, sondas de inonel). Temperatura excessiva no ponto de amostragem (acima de 700 °C) pode ser indício de que o flare não está sendo operado de forma adequada, ou que sua capacidade não é adequada para o fluxo atual. Frequência de monitoramento: Continuamente. A média dos valores será calculada a cada hora, ou num intervalo mais curto de tempo.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os analisadores serão periodicamente calibrados de acordo com as recomendações do fabricante. Serão realizadas checagens do zero e do valor típico por comparação com um gás-padrão certificado.
Comentário:	O monitoramento desse parâmetro só é aplicável em caso de flares confinados e de monitoramento contínuo da eficiência do flare. Os instrumentos de medição poderão ler valores em ppmv ou %. Para fazer a conversão de ppmv para mg/m ³ , deve-se simplesmente multiplicar por 0,716. 1% é igual a 10.000 ppmv.

Se o proponente do projeto decidir utilizar o valor-padrão de 90% para os flares confinados, as duas variáveis abaixo deverão ser monitoradas:

Dados / Parâmetro:	T_{flare}
Unidade do dado:	°C
Descrição:	Temperatura no gás de exaustão do flare.
Fonte do dado a ser usada:	Medições no local, através de um termopar.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Não-utilizado nas estimativas <i>ex ante</i> .
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Medição contínua da temperatura do fluxo de gás de exaustão no flare, através de um termopar. Uma temperatura acima de 500 °C indica que uma quantidade significativa de gases ainda está sendo queimada, e que o flare está em operação.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	Os termopares serão substituídos ou calibrados anualmente.
Comentário:	Uma temperatura excessivamente alta no ponto de amostragem (acima de 700 °C) pode ser indício de que o flare não está sendo operado de forma adequada, ou que sua capacidade não é adequada à vazão real.

Dados / Parâmetro:	$\eta_{flare,h}$
Unidade do dado:	Sem dimensões
Descrição:	Eficiência do flare na hora h
Fonte do dado a ser usada:	Valores especificados na Ferramenta de Queima de Metano.
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	0,9
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	Calculada conforme especificado na Ferramenta de Queima de Metano, como segue: ➤ 0%, se a temperatura no gás de exaustão do flare (T_{flare}) estiver abaixo



	<p>de 500°C por mais de 20 minutos durante a hora h.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 50%, se a temperatura no gás de exaustão do flare (T_{flare}) estiver acima de 500°C por mais de 40 minutos durante a hora h, mas as especificações do fabricante sobre a operação adequada do flare não forem atendidas em momento algum durante a hora h.➤ 90%, se a temperatura no gás de exaustão do flare (T_{flare}) estiver acima de 500°C por mais de 40 minutos durante a hora h, e as especificações do fabricante sobre a operação adequada do flare forem continuamente atendidas durante a hora h.
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	
Comentário:	

B.7.2 Descrição do plano de monitoramento:

Diferentemente da maioria das metodologias, que determinam separadamente as emissões de linha de base e de projeto, e calculam as reduções de emissões como a diferença entre as duas, a metodologia ACM0001 faz a determinação diretamente das reduções de emissões. Sua versão 6 atesta que:

“A metodologia de monitoramento é baseada na medição direta da quantidade de gás de aterro captada e destruída na plataforma de queima e na(s) unidade(s) de geração de eletricidade/energia térmica para determinar as quantidades, conforme apresentado na Figura 1 [da ACM0001, ver. 6] O plano de monitoramento é preparado para a medição contínua da quantidade e da qualidade do biogás queimado. As principais variáveis que necessitam ser determinadas são a quantidade de metano realmente capturado ($MD_{project,y}$), a quantidade de metano queimada ($MD_{flared,y}$), a quantidade de metano utilizada para gerar eletricidade ($MD_{electricity,y}$)/energia térmica ($MD_{thermal,y}$), e a quantidade de metano captada ($MC_{total,y}$). A metodologia mede também avalia a energia gerada pelo uso de biogás ($EL_{FLG,y}$, $ET_{LFG,y}$) e a energia consumida pela atividade de projeto produzida com uso de combustíveis fósseis”.

Uma vez que o projeto proposto envolva a queima e a geração de energia térmica, apresenta-se uma esquemática na Figura 2 abaixo, de acordo com a metodologia ACM0001, ver. 6.

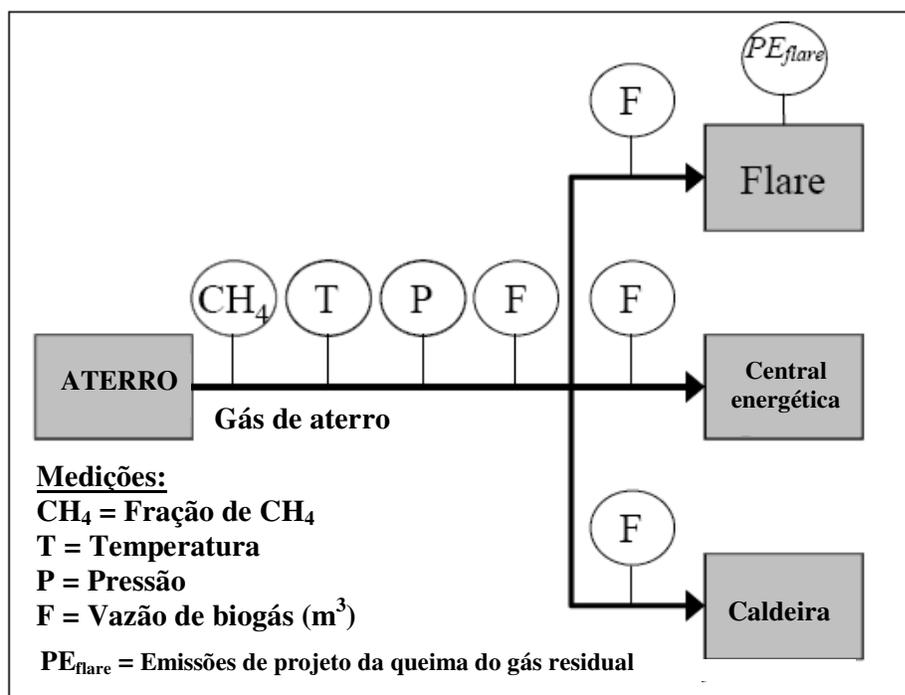


Figura 2. Esquema do sistema de monitoramento no Aterro Sanitário de Feira de Santana, de acordo com a metodologia ACM0001, versão 6.

As variáveis a monitorar foram todas listadas e descritas na Seção B.7.1.

A estrutura geral de gestão responsável pelo monitoramento do projeto será como segue.

A propriedade e operação do aterro ficam a cargo da Qualix Ltda. (doravante, Qualix), que também é o investidor na atividade de projeto de MDL proposta para coleta de gás e geração de energia, bem como para os custos sobre operações adicionais, manutenção e monitoramento.

A equipe técnica da Qualix será responsável para a operação dia-a-dia do sistema de coleta, queima e uso de gás de aterro, sendo responsável também pelo monitoramento das variáveis-chave exigidas para atender às exigências de monitoramento do MDL.

O monitoramento dos dados será realizado pelos Operadores Técnicos do Gás de Aterro supervisionados pelo Engenheiro do Projeto de Gás de Aterro, todos pertencentes ao Departamento de Engenharia de



Aterros da Qualix. Outros integrantes da equipe serão designados pelo Engenheiro do Projeto de Gás de Aterro para acompanhar as tarefas de monitoramento, quando necessário.

Certas atividades (calibração dos medidores de vazão e elétricos) seriam realizadas por laboratórios externos independentes, com os dados arquivados pelo Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.

A Qualix contará com a supervisão do fornecedor do flare para fins de treinamento, comissionamento e inicialização. Se a Qualix decidir pela geração de eletricidade utilizando gás de aterro, todos os serviços necessários para o treinamento acerca da operação do sistema de geração de gás de aterro serão adquiridos do fornecedor do equipamento e/ou do consultor especializado. A equipe da Qualix a ser treinada será selecionada dentre os operários de maior experiência no aterro.

Todos os dados registrados serão transferidos e armazenados como planilhas e outros arquivos eletrônicos. Os certificados de calibração seriam armazenados como cópias em papel, embora possa haver também o armazenamento eletrônico de cópias digitalizadas. A Qualix, que é o proponente e investidor do projeto de MDL, será responsável por supervisionar todos os aspectos envolvendo monitoramento e controle de qualidade, e manterá cópias de todos os dados coletados, incluindo os certificados de calibração para todos os instrumentos.

Em seguida à auditoria interna, os dados eletrônicos seriam utilizados em um procedimento de planilha eletrônica a fim de calcular as reduções de emissões. Os dados originais, procedimentos de cálculo e as reduções de emissões resultantes serão verificados por uma Entidade Operacional Designada (EOD) independente, que emitiria um Relatório de Verificação baseado em suas constatações e o submeteria ao Conselho Executivo do MDL para a emissão de RCEs.

A estrutura operacional e administrativa para as tarefas de monitoramento específico está descrita na seguinte tabela:

*Tabela 8. Estrutura gerencial operacional para o monitoramento do Projeto de Feira de Santana*

#	Nome da tarefa	Responsável	Frequência	Procedimentos internos de Controle de Qualidade	Documentação
1	Leitura da captura de gás de aterro e gás queimado/utilizado	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	Semanalmente. Os dados serão inseridos semanalmente numa planilha eletrônica, permitindo o monitoramento contínuo.	Sim	Os dados serão monitorados e arquivados pelo Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
2	Calibração dos medidores de vazão	Laboratório de calibração externa	A cada 2 anos.	Sim	Um certificado de calibração será emitido pelo Laboratório de Calibração, e arquivado pelo Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
3	Medições relacionadas à determinação da eficiência do flare	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	Contínuo.	Sim	Os dados serão monitorados e arquivados pelo Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
4	Medição da fração de metano no gás de aterro	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix ou laboratório externo	Medição contínua, registro semanal.	Sim	Valores medidos serão utilizados conjuntamente com os instrumentos correspondentes de pressão, temperatura e de taxa de vazão do gás de aterro, e de outros parâmetros periodicamente atualizados. A medição da fração de metano seria registrada em um arquivo eletrônico apropriado, que indicaria os períodos inicial e final de medições correspondentes a cada arquivo de dados. Os registros de dados serão arquivados pela pessoa responsável pelo arquivamento de dados e pelo chefe do Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
5	Medição de Pressão e Temperatura	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	Semanalmente. Os dados serão inseridos semanalmente numa planilha eletrônica, permitindo o monitoramento contínuo.	Sim	Os dados diários sobre pressão e temperatura seriam registrados em um arquivo em planilha eletrônica. Os registros de dados serão arquivados pela pessoa responsável pelo arquivamento de dados e pelo chefe do Departamento de Engenharia de Aterros da



					Qualix.
6	Outros indicadores ambientais	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	Anual	Sim	Este arquivo de dados será arquivado pela pessoa responsável pelo arquivamento de dados no Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
7	Monitoramento das exigências regulatórias relacionadas aos projetos de gás de aterro	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	Anual	Não	O Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix preparará o relatório sobre a situação atual com respeito às exigências legais.
8	Eletricidade gerada e consumida da rede elétrica	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	A cada hora	Sim	Tabelas de dados mostrando dados, hora e leitura de medidores a serem registrados num arquivo em planilha eletrônica e arquivados pela pessoa responsável pelo arquivamento de dados e pelo Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
9	Uso de combustível fóssil (diesel, propano, etc.)	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	A compra de combustível fóssil será registrada no momento da entrega, com registro mensal dos totais.	Sim	Tabelas de dados mostrando data e quantidade de combustível fóssil (diesel) comprada (dados obtidos de faturas) a serem registradas em uma planilha eletrônica pela pessoa responsável, e verificadas pelo Chefe do Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
10	Operação do(s) flare(s), da(s) central(is) energética(s) e da(s) central(is) térmica(s)	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	Registro anual, medição contínua.	Sim	Os dados serão monitorados e arquivados pelo Departamento de Engenharia da Qualix
11	Calibração dos medidores elétricos	Laboratório de calibração externa	Duas vezes ao ano	Sim	Um certificado de calibração será emitido pelo Laboratório de Calibração, e arquivado pelo Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.



12	Auditoria Interna	Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix	Duas vezes ao ano (julho e dezembro)	Sim	Um auditor interno preparará um relatório para o Gerente do local do aterro e para o chefe do Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix, conforme estabelecido nos itens 1 a 11. Em caso de não-conformidade, estes tentarão resolver os problemas antes que uma Entidade Operacional Designada realize a Verificação anual. Uma cópia desse relatório deverá ser arquivada nos escritórios do Departamento de Engenharia de Aterros da Qualix.
----	-------------------	---	--------------------------------------	-----	---

**B.8 Data da conclusão da aplicação do estudo da linha de base e da metodologia de monitoramento e nome da(s) pessoa(s) / entidade(s) responsável(eis)**

As informações de linha de base serão fornecidas em detalhes no Anexo 3 a este DCP.

Data de término do estudo de linha de base: 13/08/2007.

Análise de linha de base e de monitoramento preparada por: Gautam Dutt, Ana Luisa Vergara e Juliana Scalon, MGM International (não-participante do projeto).

Informações para contato:

MGM International

Gautam Dutt, Juliana Scalon, Ana Luisa Vergara

Av. Eng. Luis Carlos Berrini, 1297 conj. 121

04571-000 – São Paulo, SP

Brasil

gdutt@mgminter.com; jscalon@mgminter.com; avergara@mgminter.com

SEÇÃO C. Duração da atividade do projeto / período de obtenção de créditos**C.1 Duração da atividade do projeto:****C.1.1. Data de início da atividade do projeto:**

17/07/2006

C.1.2. Vida útil operacional esperada da atividade do projeto:

21 anos + 6 meses

C.2 Escolha do período de obtenção de créditos e informações relacionadas:**C.2.1. Período de obtenção de créditos renovável****C.2.1.1. Data de início do primeiro período de obtenção de créditos:**

01/02/08 ou a data de registro.

C.2.1.2. Duração do primeiro período de obtenção de créditos:

7 anos

**C.2.2. Período de obtenção de créditos fixo:****C.2.2.1. Data de início:**

Não selecionada

C.2.2.2. Duração:

>>

SEÇÃO D. Impactos ambientais**D.1. Documentação sobre a análise dos impactos ambientais, inclusive os impactos transfronteiriços:**

A combustão de gás de aterro causa impactos tanto benéficos como adversos ao meio ambiente. O efeito líquido é benéfico, o que explica por que a queima ou outro tratamento é exigido por lei em muitos países. Esta seção trata dos impactos ambientais que não forem diretamente relacionados à produção de RCEs e à redução de gases de efeito estufa. Discutem-se os impactos no ar, terra e fontes de água.

Impactos no Ar

As informações de apoio a esta sub-seção provêm do U.S. EPA, Publicação AP-42, quinta edição, Suplemento E, de Novembro de 1998.

Tipicamente, o gás de aterro contém menos de um por cento de vários componentes orgânicos não-metano (NMOC). A maior parte do NMOC no gás de aterro resulta da evaporação de materiais contidos nos resíduos depositados no aterro, e uma pequena fração deste poderia ser gerada através de reações químicas e biológicas no interior do aterro.

A concentração varia substancialmente de aterro para aterro, e a inclusão de resíduos comerciais e industriais no aterro tende a aumentar substancialmente a concentração de NMOC. Isto é, o resíduo que não necessita ser disposto em um local para disposição de resíduos perigosos contém pequenas quantidades de material de risco (por exemplo, solventes em trapos utilizados para a limpeza de peças de metal).

O NMOC inclui vários grupos de componentes, incluindo:

- Componentes orgânicos voláteis (VOC);
- Poluentes perigosos ao ar (HAP), e
- Componentes prejudiciais à camada de ozônio.

Muitos compostos estão incluídos em mais de um desses grupos, isto é, não são mutuamente exclusivos. Componentes não-orgânicos, como o sulfeto de hidrogênio, são também encontrados no gás de aterro. Os efeitos de cada grupo de componentes, e os meios para destruí-los, serão discutidos abaixo.

Os VOCs são fotoquimicamente reativos, isto é, reagem com os óxidos de hidrogênio (NO_x) da atmosfera sob a influência da luz do sol para formar o *smog* fotoquímico, o que inclui o ozônio, gás de efeito estufa que não está regulamentado pelo Protocolo de Quioto. O *smog* fotoquímico causa grandes problemas locais de poluição do ar em muitas áreas, e controlá-lo é o principal motivo para a regulação, pela



Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA), das emissões de gás de aterro naquele país. Da mesma forma, pode-se esperar que a combustão de gás no Aterro Sanitário de Feira de Santana melhore a qualidade do ar na área da cidade de Feira de Santana.

Tipicamente, os VOCs são destruídos em flares de gás de aterro bem operados, com mais de 90% de eficiência. As eficiências de destruição discutidas nesta sub-seção referem-se à fração de gás que é destruída ao entrar num dispositivo de combustão. Quando um sistema de recuperação e combustão está em funcionamento, a principal fonte de emissões remanescentes provém das ineficiências no sistema de coleta, e não das ineficiências no sistema de combustão.

Os HAPs ocorrem tipicamente em concentrações de dezenas a centenas de partes por milhão no gás de aterro, e incluem componentes carcinogênicos e tóxicos, como benzeno, tolueno, xileno, cloreto de metileno, cloreto de vinil, cetonas, e outros. Os HAPs são geralmente destruídas em flares de gás de aterro bem operados, com eficiência mínima de 90%.

O sulfeto de hidrogênio (H_2S), e outros componentes que levam enxofre, causam boa parte do odor desagradável associado com a decomposição dos resíduos. À medida que o gás de aterro queima, esses componentes são oxidados e formam SO_x . Se não for queimado, o H_2S reage lentamente na atmosfera para formar SO_x , ou é dispersado e lavado do ar pela chuva. A queima de gás de aterro, geralmente, diminui os odores associados aos aterros.

Componentes que contenham cloro no gás de aterro reagem durante a combustão para formar cloreto de hidrogênio (HCl). Os componentes que contenham cloro podem ser HAPs ou componentes prejudiciais à camada de ozônio que destroem o ozônio da estratosfera, elevando a quantidade de radiação ultravioleta nociva que atinge a superfície da Terra.

As concentrações de VOC, HAP e H_2S no gás de aterro variam substancialmente de aterro a aterro. Testes em vários aterros sanitários nos Estados Unidos mostraram que a concentração de NMOC varia de poucas centenas de partes por milhão para mais de 4 mil ppm. As concentrações de vários poluentes no Aterro Sanitário de Feira de Santana podem ser maiores ou menores que as concentrações do país americano.

A combustão de gás de aterro causa a formação de óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_x), cloreto de hidrogênio (HCl), e materiais particulados.

As emissões de NO_x são uma consequência inevitável da combustão em alta temperatura de combustível com ar em excesso (isto é, uma quantidade de ar excedendo a quantidade mínima exigida para a combustão completa do combustível). Flares de baixo NO_x estão disponíveis, garantindo a obtenção de baixas taxas de emissões.

As emissões de monóxido de carbono são uma consequência inevitável da queima de combustível que leva carbono, como o metano. As taxas de emissão de monóxido de carbono atualmente garantidas por grandes fabricantes de flares são substancialmente inferiores que a taxa dada na Publicação AP-42 da EPA.



As Emissões de SO_x são uma consequência inevitável da queima de componentes que levam enxofre no ar em excesso. Também o cloreto de hidrogênio é consequência típica da queima de componentes que levam cloro.

Emissões de matéria particulada com menos de 10 microns de diâmetro (PM10) resultam da matéria particulada que entra no flare via combustível e ar de combustão, e das reações dentro do flare. Quando o metano é o combustível, a principal fonte é, frequentemente, o carregamento de matéria particulada no ar de combustão, ou no fornecimento de combustível de entrada. Parte da matéria particulada carregada pode ser destruída pela combustão.

As emissões por flares de gás de aterro não são regulamentadas atualmente no Brasil. Isto é, os limites de emissões não foram estabelecidos. No entanto, o Centro de Recursos Ambientais (CRA), autoridade de regulamentação ambiental no Estado da Bahia, está atualmente considerando estabelecer limites de emissões. O pessoal da autoridade regulatória ambiental em São Paulo (CETESB) diz que os limites de emissões em São Paulo serão, provavelmente, similares aos limites nos Estados Unidos. O CRA pode seguir uma abordagem similar para a regulamentação dos flares no Estado da Bahia.

Nos Estados Unidos, os flares de gás de aterro devem destruir um mínimo de 98% dos VOCs, e os limites sobre o NO_x e o CO variam dependendo das condições locais. Onde os limites de emissões de NO_x e CO são rigorosos, utilizam-se flares confinados. Os flares abertos são utilizados onde os limites de NO_x e CO são menos rigorosos. Pela razão de que um flare confinado seria utilizado no Aterro Sanitário de Feira de Santana, e porque o flare pode ser especificado para atender os padrões dos EUA, é provável que o flare cumpra com os futuros limites de emissões brasileiros.

Impactos na Terra

Os operadores do Aterro geralmente plantam grama ou arbustos na superfície de seções esgotadas do aterro, protegendo assim o solo de cobertura do aterro contra a erosão, e promovendo a remoção de água através da transpiração, além de melhorarem a aparência do aterro. Se o aterro esgotado for utilizado para pastagem ou restaurado a um estado natural, as plantas serão uma característica essencial.

Se o gás de aterro passar em sentido ascendente através do solo de cobertura, poderá retirar oxigênio do solo e expor as plantas às toxinas, prejudicando assim o desenvolvimento de raízes saudáveis e, com o tempo, matando as plantas. A coleta de gás de aterro diminui esse efeito adverso. Consequentemente promover-se-á a re-vegetação da superfície do aterro, e a cobertura do solo estará protegida.

Quando os poluentes no gás de aterro ou na exaustão de um dispositivo de combustão de gás de aterro alcançam a atmosfera, podem ser depositados sobre a vegetação ou sobre o solo. Isto pode ocorrer em forma de deposição seca, ou o poluente pode ser primeiramente dissolvido em água da chuva e levado para o solo. Os efeitos das deposições seca e úmida não foram determinados.

Como os efeitos do projeto sobre a terra serão positivos, não se antecipam problemas regulatórios.

Impactos na Água

Concepção e operação inadequadas podem causar penetração de chorume e, dessa forma, contaminação da superfície e da água do subsolo. Aterros sanitários bem gerenciados possuem revestimento de base e



sistema de drenagem e tratamento de chorume apropriados. A boa cobertura do aterro ajuda a minimizar a infiltração de água da chuva no aterro e o seu escoamento para fora da superfície do aterro. Portanto, a recuperação de gás de aterro pode ter um efeito benéfico indireto sobre a água, ao minimizar a produção de chorume e o escoamento na superfície.

O aterro já possui a licença necessária para operar, e já entrou com um pedido de licença junto à agência ambiental para a atividade de projeto específica.

A licença operacional do aterro atualmente em vigor foi emitida em 5 de dezembro de 2006 e é válida até 5 de dezembro de 2007.

D.2. Se os impactos ambientais forem considerados significativos pelos participantes do projeto ou pela Parte anfitriã, apresente as conclusões e todas as referências que corroboram a documentação da avaliação de impacto ambiental realizada de acordo com os procedimentos exigidos pela Parte anfitriã:

Não se aplicam impactos significativos além dos explicados na Seção D.1.

No entanto, de acordo com o processo de obtenção da licença ambiental e operacional da agência governamental local (CRA), o proponente do projeto deve apresentar uma descrição do projeto e uma breve avaliação de possíveis impactos.

SEÇÃO E. Comentários dos atores

E.1. Breve descrição de como foram solicitados e compilados os comentários dos atores locais:

A Autoridade Nacional Designada (AND) no Brasil é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), a qual regula o processo de consulta às partes interessadas (atores) através de quatro documentos oficiais:

- Resolução nº 1, de 11 de setembro de 2003;
- Resolução nº 2, de 2 de agosto de 2005;
- Resolução nº 3, de 24 de março de 2006;
- Resolução nº 4, de 6 de dezembro de 2006 e
- Resolução nº 6, de 6 de junho de 2007.

Todas estabelecem as regras e procedimentos para a obtenção da carta de aprovação do projeto.

De acordo com tais procedimentos, a Qualix realizou o processo de consulta às partes interessadas, da seguinte forma:

PASSO 1: Cartas-convite – em 30 de maio de 2007, cartas foram enviadas pelo correio, como cartas-resposta, para fins de convite às seguintes pessoas, as quais deveriam submeter comentários sobre o projeto:

Tabela 9. Pessoas convidadas para o processo de consulta às partes interessadas locais

Nome	Cargo	Empresa/Instituição
Luiz da Costa Neto	Presidente	Centro das Indústrias de Feira de Santana

**MDL– Conselho Executivo**

página 69

Marlene Matias de Souza	Chefe da Associação	Associação de Moradores de Nova Esperança e Arredores
Roberto de Almeida Gomes	Promotor do Meio Ambiente	Ministério Público Estadual
Lucílio Souza Flores	Coordenador Regional	Centro de Recursos Ambientais da Bahia (CRA)
Luiz Augusto de Jesus	Vereador	Câmara dos Vereadores de Feira de Santana
José João Monteiro Sobrinho	Coordenador	ONG – Fórum Sócio Ambiental de Feira de Santana – Agenda 21
Esther Neuhaus	Gerente Executiva	ONG - FBOMS – Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais
José Ronaldo de Carvalho	Prefeito	Município de Feira de Santana
José Ferreira Pinheiro	Secretário	Departamento de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente de Feira de Santana
Luiz Carlos Ferreira de Araújo	Diretor do Departamento de Limpeza Pública	Departamento de Serviços Públicos de Feira de Santana - SESP
Sandro Lemos Machado, PhD	Coordenador do Laboratório de Geotécnica Ambiental	Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Esta lista de entidades está pré-estabelecida na Resolução nº 1.

A carta era acompanhada de material de apoio em anexo, como segue:

- Carta de apresentação, com explicações básicas e convite a comentários;
- Resumo do projeto;
- Questionário;
- Envelope, com postagem paga, para envio do questionário de volta à Qualix;
- Explicação sobre como o projeto contribui com o desenvolvimento sustentável (documento exigido pela AND do Brasil).

A carta de apresentação dizia que outros documentos e um questionário on-line estariam disponíveis no site da Qualix¹⁹, onde os seguintes documentos foram disponibilizados para consultar e baixar:

- Documento de Concepção de Projeto;
- Explicação sobre como o projeto contribui como desenvolvimento sustentável (documento exigido pela AND do Brasil);
- Resumo do projeto;
- Questionário a ser imprimido e enviado via e-mail.

Segue um exemplo do questionário disponibilizado:

¹⁹ www.qualix-sa.com.br



Sua opinião é de muita importância para nós

Nome: _____
Entidade: _____
Cargo: _____
Telefone: _____
E-mail: _____

Por favor, responda as seguintes perguntas e inclua outros eventuais comentários que considere pertinentes.

1. Você considera que a situação social e econômica da região melhorará devido à implementação do Projeto de Captação de Biogás em Feira de Santana?

2. É possível ter uma melhora da situação ambiental da região devido à implementação do projeto?

3. Como lhe afeta pessoalmente (positiva ou negativamente) ou à sua volta o desenvolvimento do projeto?

4. Você recomendaria às empresas privadas ou às autoridades a desenvolver projetos desta natureza?

segue



Projeto de Captação de Biogás do Aterro Feira de Santana- BA





5. Você considera que o Projeto contribuirá para o desenvolvimento sustentável do Brasil?

6. Comentários adicionais que você deseja fazer

Local: _____

Data: / /

Assinatura: _____

Por favor, envie este formulário ao endereço abaixo, utilizando o envelope selado incluso, ou por e-mail, se desejar (versão digital disponível em www.qualix-sa.com.br). Muito obrigado.

e-mail: actvaras@qualix-sa.com.br
Contato: Alexandre Citvaras
Telefax: (11) 2114-1500
Endereço: Rua Antonio Ribeiro Pina, 225
Jardim Lúcia – São Paulo - SP
CEP 05802-150



Projeto de Captação de Biogás do Alamo Feito de Santana- BA



**E.2. Síntese dos comentários recebidos:**

Após 30 dias do processo, contados a partir de 16 de junho de 2007, quando a última carta foi recebida pelas pessoas convidadas, dois questionários retornaram preenchidos, a saber:

Nome	Cargo	Empresa/Instituição
Luiz da Costa Neto	Presidente	Centro das Indústrias de Feira de Santana
Sandro Lemos Machado, PhD	Coordenador do Laboratório de Geotécnica Ambiental	Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Em geral, os comentários acerca do projeto foram positivos. Um aspecto a considerar foi a contribuição deste tipo de projeto para o aperfeiçoamento da gestão de resíduos e o uso benéfico do gás de aterro sanitário como energia renovável. A contribuição do projeto para com a mitigação dos gases de efeito estufa pareceu ter sido claramente entendida.

E.3. Relatório sobre como foram devidamente considerados os comentários recebidos:

Nenhuma questão ou dúvida foi apresentada.

**Anexo 1****INFORMAÇÕES DE CONTATO DOS PARTICIPANTES DA ATIVIDADE DO PROJETO**

Organização:	Qualix Serviços Ambientais Ltda.
Rua/Caixa Postal:	Rua Antonio Ribeiro Pina, 225
Edifício:	
Cidade:	São Paulo
Estado/Região:	SP
CEP:	05862-150
País:	Brasil
Telefone:	55 11 2114 1500
FAX:	55 11 2114 1634
E-Mail:	
URL:	www.qualix-sa.com.br
Representado por:	Massimiliano Bellini Trinchi
Cargo:	CEO
Forma de Tratamento:	Sr.
Sobrenome:	BelliniTrinchi
Nome:	Massimiliano
Departamento:	Diretor
Celular:	
FAX direto:	55 11 2114 1634
Tel. direto:	55 11 2114 1500
E-Mail pessoal:	mbellini@sidecobrasil.com.br
Representado por:	Alexandre Citvaras
Título:	Gerente de Planejamento e Controle de Operações
Forma de Tratamento:	Sr.
Sobrenome:	Citvaras
Nome:	Alexandre
Departamento:	Diretoria de Operações
Celular:	
FAX direto:	55 11 2114 1500
Tel. direto:	55 11 2114 1567
E-Mail pessoal:	acitvaras@qualix-sa.com.br



Anexo 2

INFORMAÇÕES SOBRE FINANCIAMENTO PÚBLICO

Nenhum financiamento por fontes públicas nacionais ou internacionais será utilizado em qualquer aspecto do projeto proposto.



Anexo 3

INFORMAÇÕES SOBRE A LINHA DE BASE

As reduções de emissões resultam principalmente da destruição de metano resultante da captura e queima do gás de aterro. Reduções de emissões adicionais ocorrerão quando houver a compensação do combustível fóssil proveniente de central térmica e se o gás de aterro for utilizado para gerar eletricidade, compensando dessa forma as emissões de dióxido de carbono em qualquer central energética na rede interconectada.

O Anexo contém dois itens:

1. Uma derivação dos parâmetros utilizados para estimar a geração de gás de aterro proveniente de resíduos sólidos; estes parâmetros são utilizados somente na estimativa *ex ante* das reduções de emissões; e
2. Um cálculo do fator de emissões para geração de energia na rede energética interconectada Norte-Nordeste do Brasil.

Redução de Emissões de Metano de gás de aterro sanitário capturado

O gás de aterro sanitário é gerado pela decomposição anaeróbia dos resíduos sólidos dentro de um aterro, e é tipicamente composto de aproximadamente 40 a 60% de metano, sendo o restante principalmente dióxido de carbono.

A taxa de geração de biogás é basicamente uma função do tipo de resíduo aterrado e do teor de umidade, bem como da idade do resíduo. É bem-aceito por toda a indústria que a taxa de geração de biogás pode ser geralmente descrita por uma equação de degradação de primeira ordem.

Para se estimar a taxa de recuperação potencial de biogás, a MGM emprega uma equação de degradação de primeira ordem idêntica ao algoritmo do modelo de emissões de gás de aterro (LandGEM) da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA). Os parâmetros-chave necessários de entrada neste modelo são baseados nas recomendações do IPCC (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 5). Descreve-se abaixo o modelo em detalhes.

Modelo U.S. EPA

O modelo EPA exige que o histórico de disposição de resíduos no local (ou, no mínimo, a quantidade de resíduos no local e data de abertura) seja conhecido. O modelo emprega uma função exponencial de degradação de primeira ordem, que assume que a geração de gás está no seu pico acompanhando um atraso de tempo que represente o período anterior à geração de metano. O modelo EPA assume um atraso de um ano entre a disposição de resíduos e a geração de gás. Após um ano, o modelo assume que a geração de gás diminui exponencialmente à medida que a fração orgânica do resíduo seja consumida.

Para locais com taxas de aceitação ano a ano conhecidas (ou estimadas) dos resíduos sólidos, o modelo estima a taxa de geração de biogás em determinado ano usando a seguinte equação, que é publicada no Título 40 do U.S. Code of Federal Regulations (CFR) Part 60, Subparte WWW.

$$Q_M = \sum_{i=1}^n k L_o M_i (e^{-k t_i})$$

Onde

- $\sum_{i=1}^n$ = soma do ano de abertura +1 (I=1) através do ano de projeção (n);
 Q_M = Taxa de vazão máxima esperada de geração de metano (m³/ano);
 k = Constante da taxa de degradação da geração de metano (1/ano);
 L_o = Potencial definitivo de geração de metano (m³/Mg);
 M_i = Massa de resíduos sólidos dispostos no ano i (Mg);
 t_i = Idade do resíduo disposto no ano i (anos).

A equação acima é utilizada para estimar a geração de metano para um determinado ano por todo o resíduo disposto ao longo desse ano. Projeções para vários anos são desenvolvidas por variar o ano de projeção e reaplicar as equações. O ano de geração máxima de gás de aterro normalmente ocorre no ano de fechamento, ou no ano seguinte ao fechamento (dependendo da taxa de disposição do último ano).

Foi utilizado o modelo para estimar as taxas de recuperação para o Aterro Sanitário até 2028 usando os seguintes critérios e pressupostos:

- **Histórico de Preenchimento de Resíduos** – As taxas de preenchimento históricas e projetadas para o futuro foram fornecidas pela equipe do aterro. O fechamento do aterro está projetado para 2013, quando terá alcançado uma capacidade de, aproximadamente, 1,6 milhão de toneladas.

Tabela 3.1. Taxa histórica anual de preenchimento do aterro, dados históricos e projeções até 2013:

Ano	Entrada de resíduos (tons)
2002	107.702
2003	122.881
2004	123.840
2005	126.761
2006	130.564
2007	134.480
2008	138.515
2009	142.670
2010	146.950
2011	151.359
2012	155.900
2013	160.577

- **Constante da Taxa de Geração de Metano [k]** – A constante da taxa de decomposição é uma função de conteúdo de umidade do lixo, disponibilidade de nutrientes, pH e temperatura. Mais informações estão disponíveis abaixo.



- **Potencial de Geração de Metano [L_0]** – O potencial de geração de metano é o montante total de metano que uma massa unitária de resíduo produzirá em determinado tempo suficiente. O L_0 é a função do conteúdo orgânico dos resíduos, conteúdo da água e dados de precipitações.
- **Cobertura do Sistema de gás ou eficiência de coleta.** Considerada como 65%.

Justificativa de L_0 e k:

Os valores de L_0 e k podem ser estimados utilizando-se os procedimentos descritos no 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

A quantidade de metano liberada pelo resíduo sólido, L_0 , é dada pela seguinte fórmula:

$$L_0 = MCF \times DOC \times DOC_f \times F \times 16/12 \quad (1)$$

Este L_0 é adimensional, por exemplo, toneladas de metano por tonelada de resíduo sólido. Cada um dos parâmetros na Eq. (1) é discutido abaixo.

- **MCF: MCF – Fator de correção de metano:**
O IPCC (2006) recomenda os valores de MCF conforme apresentados na tabela abaixo:

Tabela 3.2. Fator de Correção Metano

Valor do MCF	Tipo de local
1,0	Para os locais de disposição de resíduos sólidos com gerenciamento anaeróbico. Estes devem possuir disposição controlada do resíduo (isto é, o resíduo deve ser direcionado a áreas específicas para disposição, um grau de controle da limpeza e um grau de controle de fogo) e incluirão pelo menos um dos seguintes aspectos: (i) material de cobertura; (ii) compactação mecânica; ou (iii) nivelamento dos resíduos.
0,5	Para os locais de disposição de resíduos sólidos com gerenciamento semi-anaeróbico. Estes devem possuir disposição controlada do resíduo e incluirão todas as seguintes estruturas para introdução de ar na camada de resíduo: (i) material de cobertura permeável; (ii) sistema de drenagem de chorume; (iii) regulagem da compactação; e (iv) sistema de ventilação de gás.
0,8	Para locais de disposição de resíduos sólidos não-gerenciados – profundos e/ou com lençol freático elevado. Abrange todos os locais de destinação de resíduos sólidos (SWDS) que não atendem aos critérios de SWDS gerenciados e que têm profundidade superior ou igual a 5 metros e/ou lençol freático elevado em nível próximo ao solo. A última solução corresponde a preencher com resíduos locais onde anteriormente havia água, como lagoas, rios ou brejos.
0,4	Para locais de disposição de resíduos sólidos rasos e não-gerenciados. Compreende todos os SWDS que não atendam aos critérios de SWDS gerenciados e que tenham profundidades inferiores a 5 metros.

Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

O aterro de Feira de Santana é tecnicamente gerenciado, o que inclui impermeabilização, cobertura diária e compactação, com profundidade superior a 5 metros. Portanto, de acordo com o 2006 IPCC Guidelines, o valor selecionado do MCF será 1,0.

- **DOC – Carbono orgânico degradável nos resíduos:**

O IPCC (2006) fornece valores-padrão de DOC para cada tipo de resíduo j , conforme apresentado na tabela abaixo. Utilizando-se também os dados da composição dos resíduos provenientes do Aterro Sanitário de Feira de Santana, fornecidos pela Qualix, será estimado o valor de DOC por meio da seguinte fórmula:

$$DOC = \sum_j (DOC_j * \text{Fraction of waste type } j) = 0,1565 \text{ tonelada de C/ tonelada de resíduos}$$

Tabela 3.3. Tipos de Resíduos e valores DOC padrão

Tipo de resíduo j	DOC _{i} (% resíduo úmido)	Fração de Tipo de Resíduo j Composição do resíduo no Aterro Sanitário de Feira de Santana
A. Madeira e Produtos da Madeira	43%	0,34%
B. Celulose, Papel & Papelão (exceto lodo)	40%	5,76%
C. Alimentos, Resíduos Alimentares, Bebidas e Tabaco (exceto lodo)	15%	40,36%
D. Têxteis	24%	2,00%
E. Resíduos de Jardins, Pátios e Parques	20%	30,00%
F. Couro e Borracha (exceto borracha natural)	39%	0,27%
G. Fraldas (fraldas descartáveis)	24%	2,10%
H. Lodo	9%	0,65%
TOTAL		81,48%

- **DOC_f – Fração de carbono orgânico degradável dissimilado:**

A decomposição do carbono orgânico degradável não ocorre completamente; parte do material potencialmente degradável sempre permanece no local mesmo por um período muito longo de tempo. O IPCC recomenda que os valores devam variar de 0,5 a 0,77. Conforme mencionado anteriormente, devido às condições climáticas favoráveis e ao conteúdo de lodo orgânico do resíduo, espera-se que uma porcentagem maior de DOC será dissimilada. Por causa disso, utilizamos DOC_f = 0,6.

- **F – Fração por volume de metano no gás de aterro:**

A maior parte do resíduo em aterros gera gás com aproximadamente 50% de CH₄. Somente o material incluindo quantidades substanciais de gordura ou óleo pode gerar gás com substancialmente mais de 50% de CH₄. Considerando-se o valor-padrão do IPCC, a MGM estima que o conteúdo futuro de metano no gás de aterro seja de 50%.

Aplicando esses valores na Eq. 1, obtemos:

$$L_0 = 0,0626 \text{ tonelada de CH}_4/\text{ tonelada de resíduos}$$

Ou, alternativamente,

$$L_0 = 87,34 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{ tonelada de resíduo, considerando a densidade de metano de } 0,7168 \text{ kg/Nm}^3 \text{ (P = 1atm, T = 0 } ^\circ\text{C)}.$$



A **constante de geração de metano, k**, que aparece no modelo de produção de gás de aterro, está relacionada ao tempo que o DOC no resíduo leva para degradar-se à metade de sua massa inicial (a “meia-vida”, ou $t_{1/2}$). A taxa da constante k possui valores “por ano”.

Com base nas medições dos Estados Unidos, Reino Unido e Holanda, o IPCC sustenta uma variação dos valores de k entre 0,03 por ano (condições secas) e 0,20 por ano (condição de alta temperatura e umidade), fornecendo valores-padrão ou uma variação dos valores para k, dependendo das condições do clima.

A precipitação no Aterro Sanitário de Feira de Santana é por volta de 870 mm/ano, com temperatura média de 28°C. O IPCC recomenda valores-padrão para a massa de resíduos disposta sob essas condições do clima, cujos quais são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 3.4. Valores da constante (k) da taxa-padrão recomendada da taxa de geração de metano

Tipo de Resíduos	Tropical (MAT>20°C) Seco (MAP< 1000 mm)	
	Valor Padrão	Variação
Massa de Resíduos	0,065	0,05 – 0,08
Notas: TMA: Temperatura Média Anual. PMA: Precipitação Média Anual.		

Com base na experiência em países desenvolvidos, o resíduo contendo lodo orgânico se degrada mais rapidamente que os outros tipos de resíduo. Considerando-se os 50,3% de conteúdo de jardins e de alimentos no resíduo disposto no Aterro Sanitário de Feira de Santana e as condições relativamente úmidas de umidade e temperatura na zona, escolhemos um valor k de 0,08 por ano.

Os parâmetros L_0 e k derivados acima, juntamente com o histórico de preenchimento de resíduo e os projetos no Aterro Sanitário de Feira de Santana, são utilizados para estimar a produção de gás de aterro nos anos futuros.



- *Os Sistemas Isolados (que representam 300 locais eletricamente isolados dos sistemas interconectados)”*

Além disso, Bosi (2000) dá uma argumentação forte em favor das chamadas *linhas de base múltiplas de projetos (multi-project baselines)*:

“Para grandes países, com diferentes circunstâncias dentro de suas fronteiras e diferentes redes energéticas baseadas nessas diferentes regiões, linhas de base múltiplas de projetos no setor de eletricidade podem necessitar serem desagregadas abaixo do nível do país a fim de fornecer uma representação crível do ‘que teria acontecido de outro modo’”.

Finalmente, é importante levar em conta que, mesmo que os sistemas estejam hoje conectados, o fluxo de energia entre o N-NE e o S-SE-CO está fortemente limitado pela capacidade das linhas de transmissão. Portanto, apenas uma fração da energia total gerada em ambos subsistemas é enviada por um caminho ou outro. É natural que esta fração possa mudar sua direção e magnitude (até a capacidade da linha de transmissão) dependendo dos padrões hidrológicos, do clima e outros fatores não-controlados, mas este não deve representar um montante significativo da demanda de eletricidade de cada subsistema. Também deve ser considerado que somente em 2004 a interconexão entre o SE e o NE foi concluída, isto é, se os proponentes do projeto serão coerentes com a base de dados de geração que têm disponível no momento da submissão do PDD para validação, uma situação onde o fluxo de eletricidade entre os subsistemas era ainda mais restrito terá de ser considerada.

O sistema de eletricidade brasileiro engloba hoje cerca de 108 GW de capacidade instalada, num total de 1.636 empreendimentos de geração de eletricidade. Destes, quase 70% são centrais hidrelétricas, cerca de 10% são usinas que queimam gás natural, 4% são plantas de diesel e óleo combustível, 3,6% são fontes de biomassa (bagaço de cana-de-açúcar, licor negro, madeira, palha de arroz e biogás), 1,86% são centrais nucleares, 1,3% são centrais a carvão, e há também 8,1 GW de capacidade instalada nos países vizinhos (Argentina, Uruguai, Venezuela e Paraguai) que podem despachar eletricidade para a rede brasileira²⁰. Esta última capacidade abrange, na verdade, principalmente 5,6 GW da porção paraguaia da Itaipu Binacional, usina hidrelétrica operada por Brasil e Paraguai, mas cuja energia é enviada quase por inteiro para a rede brasileira.

A metodologia aprovada ACM0002, versão 6, solicita aos proponentes do projeto que respondam por “todas as fontes de geração que servem ao sistema”. Desse modo, ao aplicar a metodologia, os proponentes do projeto no Brasil devem buscar e pesquisar todas as centrais energéticas que servem ao sistema. Não há, na verdade, informações disponíveis ao público sobre tais fontes de geração no Brasil. O centro nacional de despachos, ONS – *Operador Nacional do Sistema* – argumenta que o despacho de informações é estratégico aos agentes de energia e, portanto, não podem ser disponibilizados. Por outro lado, a agência reguladora da eletricidade brasileira, ANEEL, fornece informações sobre capacidade energética e outros assuntos legais no setor de eletricidade, mas nenhuma informação de despacho pode ser obtida através dessa entidade.

Com relação a este fato, os proponentes do projeto buscaram uma solução plausível para calcular da forma mais exata possível o fator de emissão no Brasil. Visto que os dados de despachos reais são afinal necessários afinal, contactou-se o ONS a fim de informar aos participantes até que grau de informações

²⁰ Fonte: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>



detalhadas pode ser fornecido. Após vários meses de conversações, informações de despachos diários das centrais foram disponibilizados para os anos de 2003, 2004 e 2005.

Os proponentes do projeto se reuniram com outros desenvolvedores de projetos no Brasil a fim de encontrar uma solução para o problema. Discutindo a viabilidade da utilização de tais dados, concluiu-se ser essa a informação mais apropriada a ser considerada ao determinar o fator de emissão para a rede elétrica brasileira. De acordo com a ANEEL, na prática, as centrais despachadas centralizadas do ONS respondiam por 80.603 dos 98.848,5 MW²¹ de capacidade instalada no Brasil até 31/12/2004²², incluindo a capacidade disponível nos países vizinhos para exportação ao Brasil, e centrais emergenciais despachadas somente durante os períodos de restrição no sistema. Portanto, mesmo que o cálculo do fator de emissão não considere todas as fontes de geração que servem ao sistema, deve-se considerar por volta de 81,5% de capacidade instalada a serviço do Brasil, o que é um valor justo se considerarmos a dificuldade em se obter informações de despachos do país. Além disso, os 18,5% restantes correspondem a centrais cujos despachos não são coordenados pelo ONS, visto operarem com base em acordos de compra de energia não-controlados pela autoridade de despachos; ou estarem localizadas em sistemas não-interconectados aos quais o ONS não possui acesso. Desse modo, essa porção provavelmente não será afetada pelos projetos de MDL, outra razão para não considerá-los ao determinar o fator de emissão.

Portanto, considerando todos os fundamentos lógicos explicados acima, os desenvolvedores de projetos optaram por uma base de dados considerando as informações do ONS disponibilizadas no momento da validação²³ (no final de 2005, o ONS forneceu dados de despachos brutos para toda a rede elétrica interconectada, na forma de relatórios diários de janeiro de 2003 a dezembro de 2005).

A metodologia ACM0002, versão 6, declara: “*O fator de emissão de linha de base (EF_y) é calculado como uma margem combinada (CM), consistindo na combinação dos fatores de margem de operação (OM) e de construção (BM), segundo os seguintes três passos. Os cálculos para esta margem combinada devem basear-se em dados provenientes de uma fonte oficial (onde disponível) e disponibilizados ao público*”.

PASSO 1: Cálculo do Fator de emissão de Margem de Operação Simples Ajustada

De acordo com a metodologia ACM0002 versão 6, o método escolhido para calcular a Margem de Operação (OM) para o fator de emissão de eletricidade de linha de base é a opção (b) *OM Simples Ajustada*, dado que a opção preferível (c) *Análise de Dados de Despachos* enfrentaria a barreira da disponibilidade de dados no Brasil.

Segundo a metodologia, o projeto determinará o *Fator de Emissão de OM Simples Ajustada* (EF_{OM,simples,ajustada,y}). Portanto, será possível resolver a seguinte equação:

²¹ http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resumo_Gráficos_mai_2005.pdf

²² [Http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resumo_Geral_jun_2007.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resumo_Geral_jun_2007.pdf)

²³ Operador Nacional do Sistema Elétrico, Centro Nacional de Operação do Sistema, Acompanhamento Diário da Operação do SIN (relatórios diários de 01/01/2003 a 31/12/2005).



$$EF_{OM, simple\ ajustada, y} = (1 - \lambda_y) \cdot \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,y} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,y}} + \lambda \cdot \frac{\sum_{i,k} F_{i,k,y} \cdot COEF_{i,k}}{\sum_k GEN_{k,y}} (tCO_2e / GWh)$$

Assume-se aqui que todas as plantas de baixo custo/despacho obrigatório produzem emissões zero.

$$\frac{\sum_{i,k} F_{i,k,y} \cdot COEF_{i,k}}{\sum_k GEN_{k,y}} = 0 (tCO_2e / GWh)$$

Por favor referir-se ao texto da metodologia ou às explicações sobre as variáveis mencionadas acima.

Os dados do ONS, bem como os dados da planilha eletrônica com o cálculo do fator de emissões, foram apresentados ao validador.

Os dados de despachos horários agregados, obtidos do ONS, foram usados para determinar o fator lambda para cada ano com disponibilidade de dados disponíveis (2003, 2004 e 2005). Os resultados são apresentados na Tabela 3.5 abaixo.

Tabela 3.5: Fatores lambda para o Sistema Interconectado N-NE no Brasil, 2003-2005

Ano	Lambda
2003	0,7192
2004	0,5330
2005	0,5572

As três figuras a seguir apresentam as curvas de duração da carga para o subsistema N-NE, cujo cálculo foi realizado com dados de despachos horários agregados, recebidos do ONS de 2003 a 2005.

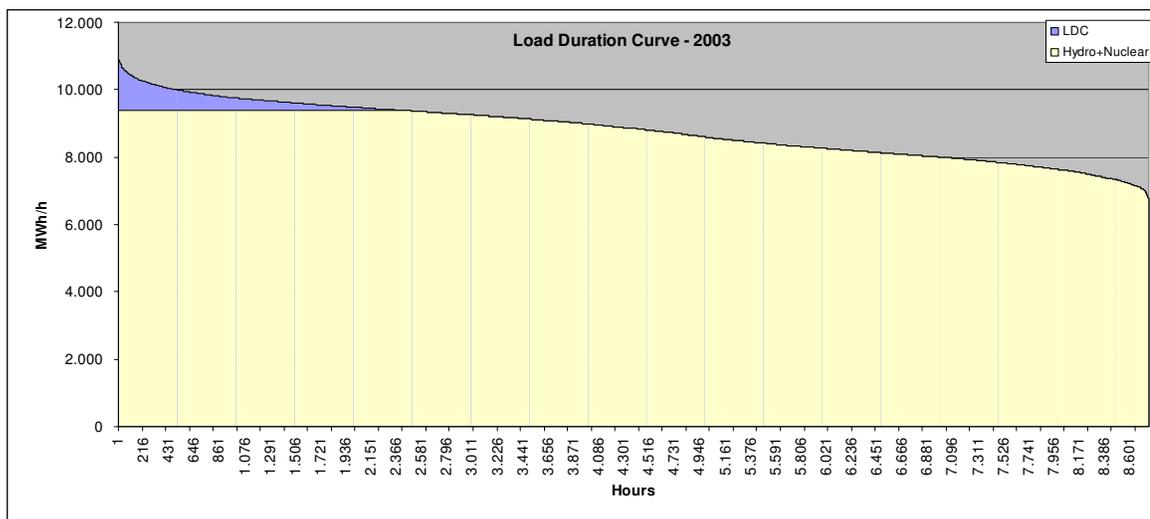


Figura 3.2. Curva de duração da carga para o sistema N-NE, 2003

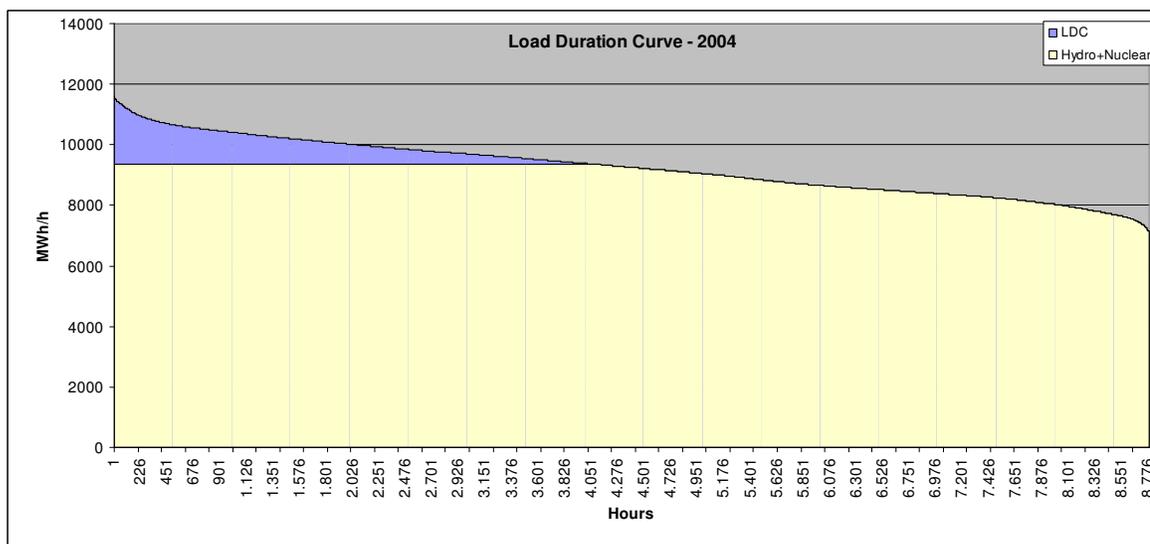


Figura 3.3. Curva de duração da carga para o sistema N-NE, 2004

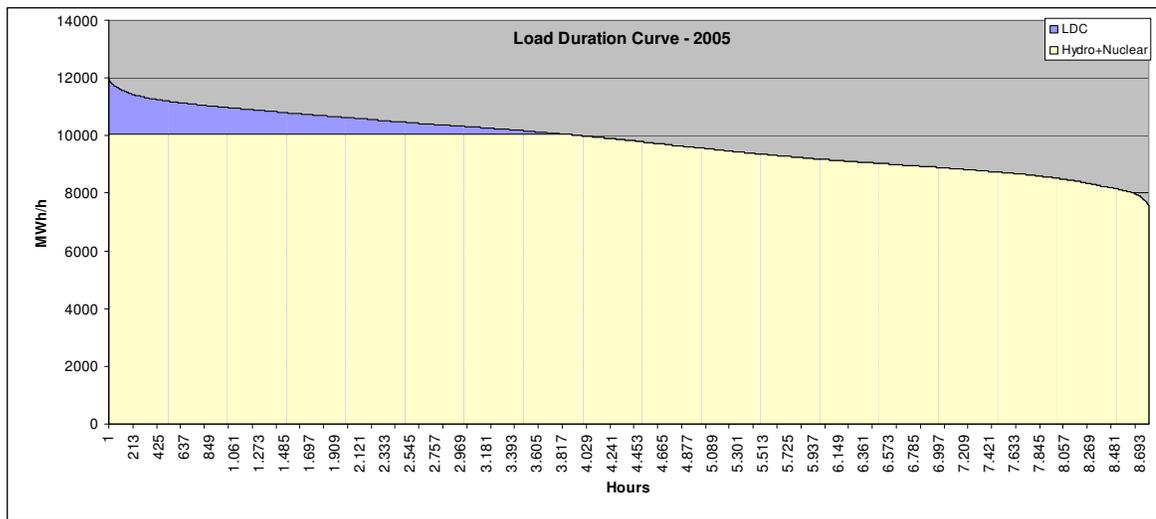


Figura 3.4. Curva de duração da carga para o sistema N-NE, 2005

A geração de eletricidade para cada ano também necessita ser considerada. Esta informação é apresentada na tabela abaixo.

Tabela 3.6: Carga de eletricidade para o Sistema Interconectado N-NE no Brasil, 2003-2005

Ano	Carga de Eletricidade (MWh)
2003	76.935.819
2004	81.199.780
2005	85.818.478

Usando, portanto, informações apropriadas para $F_{i,j,y}$ e $COEF_{i,j}$, é possível determinar o fator de emissões de OM para cada ano, como segue:

$$EF_{OM, simple\ ajustada, 2003} = (1 - \lambda_{2003}) \cdot \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,2003} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,2003}} \therefore EF_{OM, simples\ ajustada, 2003} = 0,0355\ tCO_2e / GWh$$

$$EF_{OM, simple\ ajustada, 2004} = (1 - \lambda_{2004}) \cdot \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,2004} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,2004}} \therefore EF_{OM, simples\ ajustada, 2004} = 0,1536\ tCO_2e / GWh$$

$$EF_{OM, simple\ ajustada, 2005} = (1 - \lambda_{2005}) \cdot \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,2005} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,2005}} \therefore EF_{OM, simple\ ajustada, 2005} = 0,1196\ tCO_2e / GWh$$



Finalmente, para determinar a linha de base *ex ante*, calcula-se a média ponderada da geração completa nos três anos, determinando $EF_{OM,simples-ajustada}$

$$EF_{OM,simples\ ajustada,2003-2005} = \frac{EF_{OM,simples\ ajustada,2003} * \sum_j GEN_{j,2003} + EF_{OM,simples\ ajustada,2004} * \sum_j GEN_{j,2004} + EF_{OM,simples\ ajustada,2005} * \sum_j GEN_{j,2005}}{\sum_j GEN_{j,2003} + \sum_j GEN_{j,2004} + \sum_j GEN_{j,2005}}$$

$$EF_{OM,simples\ ajustada,2003-2005} = 0,1044 \text{ tCO}_2\text{e/GWh}$$

PASSO 2: Cálculo do Fator de emissão de Margem de Construção ($EF_{BM,y}$):

De acordo com a metodologia utilizada, um fator de emissão de Margem de Construção também necessita ser determinado. Há duas opções possíveis, oferecidas pela metodologia ACM0002, versão 6. A opção escolhida aqui é a primeira, onde se declara:

“Calcular o fator de emissão de Margem de Construção $EF_{BM,y}$ *ex ante* baseado nas informações mais recentes disponíveis nas centrais construídas para o grupo de amostragem *m* no momento da submissão do DCP. O grupo de amostragem *m* consiste nas cinco centrais energéticas construídas mais recentemente, ou nos acréscimos de capacidade da central energética no sistema de eletricidade, que compreendem 20% da geração do sistema (em MWh) e que foram construídas mais recentemente. Destas duas opções, os participantes do projeto devem utilizar o grupo de amostragem que compreenda a maior geração anual”.

A fórmula apresentada é:

$$EF_{BM,y} = \frac{\sum_{i,m} F_{i,m,y} \cdot COEF_{i,m}}{\sum_m GEN_{m,y}}$$

Neste caso portanto, a geração de eletricidade significa 20% da geração total no ano mais recente (2005), uma vez que as 5 centrais mais recentes geram menos que os tais 20%. Se 20% recaem sobre a capacidade parcial de uma central, tal instalação será totalmente no cálculo. Calcular este fator nos dá:

$$EF_{BM,2005} = 0,0491 \text{ tCO}_2 / \text{MWh}$$

PASSO 3: Cálculo do Fator de Emissão de Linha de base (ou Margem combinada)

O fator de emissão de linha de base da eletricidade é calculado através de uma média ponderada entre o fator de emissão de Margem de Operação ($EF_{OM,y}$) e o fator de emissão da Margem de Construção ($EF_{BM,y}$), como segue:



$$EF_y = w_{OM} \cdot EF_{OM,y} + w_{BM} \cdot EF_{BM,y}$$

Onde as ponderadas w_{OM} e w_{BM} , por definição, são 50% (isto é, $w_{OM} = w_{BM} = 0,5$); $EF_{OM,y}$ e $EF_{BM,y}$ são calculadas conforme descrito nos Passos 1 e 2 acima e expressas em tCO_2/MWh .

Portanto,

$$EF_{electricity,2003-2005} = 0,5 * 0,1044 + 0,5 * 0,0491 = 0,0767 tCO_2 / MWh$$



Anexo 4

INFORMAÇÕES SOBRE MONITORAMENTO

As informações são apresentadas em detalhes na seção B.7.