



## Metodologia de linha de base e monitoramento aprovada AM0056

### “Melhoria da eficiência por meio da substituição ou restauração de caldeiras e substituição opcional de combustível em sistemas de caldeiras a vapor movidas a combustíveis fósseis”

#### I. FONTE E APLICABILIDADE

##### Fonte

Esta metodologia se baseia no NM0211 “Projeto de substituição de caldeiras no Centro Clínico de Skopje, Macedônia”, cujo estudo da linha de base e documento de concepção do projeto foram elaborados pela *Perspectives Climate Change GmbH*, Hamburgo, Alemanha.

Mais informações sobre a proposta e sua análise pelo Conselho Executivo podem ser obtidas no caso NM0211, no endereço: <http://cdm.unfccc.int/goto/MPappmeth>.

Esta metodologia também se refere às últimas versões aprovadas dos seguintes documentos:

- AM0029 “Metodologia para usinas de geração de eletricidade conectadas à rede movidas a gás natural”;
- AM0044 “Projetos de melhoria da eficiência energética: restauração ou substituição de caldeiras nos setores industrial e de aquecimento distrital”;
- “Ferramenta combinada para identificar o cenário da linha de base e demonstrar a adicionalidade”; e
- “Ferramenta para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> do projeto ou das fugas decorrentes da queima de combustíveis fósseis”.

#### Abordagem selecionada do parágrafo 48 das modalidades e procedimentos do MDL

“Emissões existentes, atuais ou históricas, conforme o caso”.

##### Aplicabilidade

Esta metodologia se aplica às atividades de projeto que, em instalações existentes:

- Substituíam por completo uma ou mais caldeiras que ainda não tenham esgotado sua vida útil; e/ou



- Instalem novos equipamentos em um sistema existente de geração de vapor (modernização); e
- Implementem a substituição opcional de combustível fóssil.

Esta metodologia poderá ser aplicada sob as seguintes condições:

- A geração de vapor na atividade do projeto seja realizada com o uso de caldeira(s) a vapor movida(s) a combustível fóssil;
- As normas nacionais/locais não exijam a substituição ou modernização do equipamento existente. Os participantes do projeto devem demonstrar isso por meio de evidências documentadas (por exemplo, documentos do código de construção). Esses documentos devem ser submetidos à EOD no momento da validação;
- Não haja normas/padrões nacionais/locais em vigor sobre as taxas mínimas de eficiência para a(s) caldeira(s) incluída(s) no limite do projeto. Os participantes do projeto devem confirmar isso por meio de evidências documentadas (por exemplo, os documentos do código de construção, normas industriais, etc.). Esses documentos devem ser submetidos à EOD no momento da validação;
- Normas/programas nacionais/locais não impeçam as instalações de usarem o combustível fóssil que estava sendo utilizado antes da substituição do combustível;
- A qualidade do vapor (isto é, pressão e temperatura) seja a mesma antes e após o início da implementação da atividade do projeto;<sup>1</sup>
- O sistema existente de geração de vapor nas instalações em que a atividade do projeto é implementada possa consistir de mais de uma caldeira;
- Somente um tipo de combustível fóssil seja usado em todas as caldeiras contidas no limite do projeto. A substituição do combustível fóssil, caso seja feita, deve envolver todas as caldeiras no limite do projeto. Pequenas quantidades de outros combustíveis de partida ou auxiliares podem ser usados, contanto que não contabilizem mais que 1% do total de combustível usado;<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 95% dos valores medidos (a cada 15 minutos) de  $PRESS_{PJ}$  devem estar dentro da faixa de  $PRESS_{BL,MIN}$  e  $PRESS_{BL,MAX}$  e 95% dos valores medidos (a cada 15 minutos) de  $TEMP_{PJ}$  devem estar dentro da faixa de  $TEMP_{BL,MIN}$  e  $TEMP_{BL,MAX}$  (ver a seção II.7 e III para maiores detalhes).

<sup>2</sup> Além do principal tipo de combustível usado no sistema de caldeiras, outros tipos de combustível podem ser usados na partida de caldeiras, contanto que tenham teor de carbono menor ou igual e não excedam 1% do total do combustível principal usado em um ano (ou seja, com base no PCI). Isso significa que se pode usar óleo ou gás natural nas partidas das caldeiras, desde que a quantidade de óleo ou gás usada não exceda 1% do carvão usado em cada ano de operação (com base no PCI).



- Se a substituição do combustível fóssil for implementada, serão elegíveis ao uso desta metodologia somente as atividades de projeto em que tanto as medidas de eficiência energética quanto as de substituição de combustível sejam adicionais.

Esta metodologia não se aplica a:

- Atividades de projeto que envolvam medidas de melhoria da eficiência energética em um sistema de distribuição de vapor e processos consumidores de vapor (isto é, pelo lado da demanda);
- Atividades de projeto em que, antes da implementação da atividade do projeto, ocorra recuperação de calor residual fora do limite do projeto para outros processos que não o processo de geração de vapor;
- Atividades de projeto que substituam ou restaurem caldeira(s) em um sistema de geração combinada de energia e calor (CHP);
- Atividades de projeto que envolvam somente a substituição de combustível fóssil.

OBSERVAÇÃO: reduções de emissão podem ser reivindicadas, no âmbito desta metodologia, somente para a duração do período que for o mais curto entre os seguintes:

- Vida útil restante do equipamento existente; e
- Duração do período de obtenção de créditos.

Consultar a seção “Procedimento para estimar a vida útil remanescente do equipamento contido no limite do projeto” para obter mais detalhes sobre o assunto.

## II. METODOLOGIA DE LINHA DE BASE

### Limite do projeto

O limite do projeto abrange todos os equipamentos usados primeiramente no processo de geração de vapor (dentro do sistema de geração de vapor), incluindo-se os sistemas auxiliares. Os principais componentes do sistema de geração de vapor são a(s) caldeira(s), fornecimento de combustível, sistema de combustão a ar, sistema de alimentação de água, inclusive um sistema de retorno do condensado e um sistema de ventilação dos gases de exaustão. Além disso, todos os componentes necessários e usados predominantemente na geração de vapor também fazem parte do sistema de geração de vapor.



Para assegurar uma abordagem comum para a determinação do limite do projeto, assim como para a determinação do consumo específico de combustível, normas nacionais/internacionais reconhecidas e orientações equivalentes à ASME PTC 4-1998<sup>3</sup> devem ser aplicadas juntamente com esta metodologia.



Figura 1: Ilustração do limite do projeto

### Fontes de emissões incluídas ou excluídas do limite do projeto

	Fonte	Gás	Incluído?	Justificativa/Explicação
Linha de Base	Consumo de combustível fóssil na(s) caldeira(s)	CO <sub>2</sub>	Sim	Principal fonte de emissões de gases de efeito estufa.
		CH <sub>4</sub>	Não	Fonte pequena, pode ser desconsiderada.
		N <sub>2</sub> O	Não	Fonte pequena, desconsiderada.
Atividade do Projeto	Consumo de combustível fóssil na(s) caldeira(s)	CO <sub>2</sub>	Sim	Principal fonte de emissões de gases de efeito estufa.
		CH <sub>4</sub>	Não	Fonte pequena, pode ser desconsiderada.
		N <sub>2</sub> O	Não	Fonte pequena, pode ser desconsiderada.

### Procedimento para estimar a vida útil remanescente do equipamento contido no limite do projeto

As seguintes abordagens devem ser usadas para estimar a vida útil restante da(s) caldeira(s), isto é, o momento em que a(s) caldeira(s) existente(s), substituídas na atividade do projeto, teriam sido substituídas na ausência da atividade do projeto:

<sup>3</sup> American Society of Mechanical Engineers: *Performance Test Codes for Fired Steam Generators*, ASME PTC 4-1998.



- a) A média da vida útil técnica típica do tipo de equipamento pode ser determinada com base nas práticas comuns no setor e no país (por exemplo, com base em pesquisas da indústria, estatísticas, publicações técnicas, etc.);
- b) As práticas da empresa responsável pelos cronogramas de substituição podem ser avaliadas e documentadas (por exemplo, com base nos registros históricos de substituição de equipamentos similares).

O momento da substituição do equipamento existente na ausência da atividade do projeto deve ser escolhido de forma conservadora, isto é, o momento que ocorrer antes de ser escolhido nos casos em que apenas uma faixa de tempo puder ser estimada. A determinação dessa data deve ser feita caso a caso, para cada equipamento sendo substituído. Se mais de uma caldeira for substituída, a menor vida útil das caldeiras substituídas deverá ser considerada a vida útil do sistema de geração de vapor existente.

#### **Procedimento para a identificação do cenário da linha de base mais plausível e demonstração da adicionalidade**

Os participantes do projeto devem usar a última versão da “Ferramenta combinada para identificar o cenário da linha de base e demonstrar a adicionalidade”, aprovada pelo Conselho Executivo.

Os cenários alternativos devem abranger os seguintes, mas sem se limitarem a eles:

- Continuação da situação atual, isto é, uso das caldeiras existentes sem substituição do combustível fóssil;
- Implementação da substituição/restauração da(s) caldeira(s), sem registro como atividade de projeto no âmbito do MDL;
- Implementação da substituição de combustível fóssil na(s) caldeira(s) existente(s), sem registro como atividade de projeto no âmbito do MDL;
- Implementação da substituição/restauração da(s) caldeira(s) e substituição de combustível fóssil, sem registro como atividade de projeto no âmbito do MDL.

Caso o participante do projeto seja um terceiro, os seguintes cenários também devem ser avaliados:

- Implementação da substituição/restauração da(s) caldeira(s) pelos proprietários dos locais em que as caldeiras são operadas, sem registro como atividade de projeto no âmbito do MDL;



- Implementação da substituição de combustível fóssil na(s) caldeira(s) pelos proprietários dos locais em que as caldeiras são operadas, sem registro como atividade de projeto no âmbito do MDL;
- Implementação da substituição/restauração da(s) caldeira(s) e substituição de combustível fóssil na(s) caldeira(s) existente(s) pelos proprietários dos locais em que as caldeiras são operadas, sem registro como atividade de projeto no âmbito do MDL.

Caso os participantes do projeto decidam realizar uma análise de barreiras, as seguintes barreiras, entre outras, poderão ser consideradas:

- Acesso restrito ao capital necessário para substituir/restaurar a(s) caldeira(s) e implementar a substituição de combustível fóssil pelos proprietários do local das instalações do projeto;
- O acesso ao capital por terceiros para implementar a atividade de projeto proposta é restrito ou os retornos esperados são consideravelmente baixos;
- Falta de especialização técnica entre os proprietários das instalações do projeto para instalar/operar a(s) nova(s) caldeira(s), o que pode acarretar custos adicionais por causa da necessidade de contratar especialistas.

A metodologia só poderá ser aplicada se o cenário da linha de base identificado for a continuação da prática atual de uso da(s) caldeira(s) existente(s) sem substituição do combustível fóssil.

### **Emissões da linha de base**

As emissões da linha de base são calculadas com base no consumo específico de combustível (SFC)<sup>4</sup> para a geração de vapor, sob as melhores condições de operação possíveis do sistema de geração de vapor na linha de base, na quantidade de vapor gerada pela atividade do projeto ( $P_{PJ,y}$ ) e no fator de emissão do combustível da linha de base (EF).

A atividade do projeto pode envolver as duas situações seguintes:

- Caso A: instalação de uma única caldeira; e
- Caso B: instalação de várias caldeiras.

<sup>4</sup> Expresso como combustível consumido por tonelada de vapor produzido (TJ/t vapor).



As Etapas 1, 2 e 3 abaixo devem ser conduzidas antes do início da implementação da atividade do projeto e relatadas no MDL-DCP submetido à validação. As Etapas 1 e 2 se aplicam a ambos os casos A e B.

Etapa 1: determinação da capacidade do equipamento da linha de base

A capacidade nominal da geração de vapor (CAP) do equipamento de geração de vapor da linha de base é a carga máxima possível de longo prazo do sistema de uma única caldeira/várias caldeiras, expressa em toneladas de vapor por hora (t/h). Para determinar CAP, os participantes do projeto devem escolher o menor dos seguintes valores:

- Medições reais da capacidade máxima de geração de vapor a longo prazo do sistema de uma única caldeira/várias caldeiras, de acordo com normas e diretrizes reconhecidas (ASME PTC 4-1998 ou padrão nacional ou internacional equivalente);
- Análise técnica da capacidade de geração de vapor do sistema de uma única caldeira/várias caldeiras, levando em consideração os vários componentes do equipamento, tais como sistema de combustível, sistema de alimentação de água, sistema de distribuição de vapor, etc.; e
- O limite superior da classe da carga final da caldeira, no caso de instalações com uma única caldeira, ou a soma dos limites superiores da classe de carga final de cada caldeira, no caso de instalações com várias caldeiras.

Etapa 2: determinação das classes de carga da(s) caldeira(s) da linha de base

O consumo específico de combustível da linha de base (SFC) para a geração de vapor é uma função da carga da caldeira, supondo-se uma qualidade constante do vapor (isto é, pressão e temperatura). Logo, o consumo específico de combustível deve ser estimado para as classes de carga, em que uma classe de carga é definida como uma faixa da carga da caldeira (isto é, toneladas de vapor por hora).

- Os participantes do projeto devem estabelecer as classes de carga dependendo das características do equipamento, que devem refletir os modos de operação da caldeira (operação ligado-desligado, operação alto-médio-desligado ou modulação);
- A classe de carga final de cada caldeira não pode exceder a CAP da caldeira;
- No caso de uma instalação com várias caldeiras, a classe de carga de cada caldeira não pode exceder a capacidade de cada caldeira da linha de base (equipamento da linha de base).



- As classes de carga não podem ser mudadas durante o período de obtenção de créditos.

Observação: ver, no Anexo I, exemplo da determinação das classes de carga da(s) caldeira(s) da linha de base.

Etapa 3: determinação do consumo específico de combustível (energia)

**Caso A: instalação de uma única caldeira**

*Etapa 3 a.1: determinação do consumo específico de combustível da caldeira na linha de base*

O consumo específico de combustível da caldeira deve ser determinado por meio de medições baseadas em testes de desempenho, conforme prescrito por padrões, normas e diretrizes internacionais (ASME PTC 4-1998 ou padrão nacional ou internacional equivalente). Os testes de desempenho devem ser conduzidos para uma faixa de cargas dentro de uma classe de carga. O teste de desempenho deve ser repetido, segundo o padrão usado, para cada carga. O valor médio dessas observações deve ser considerado o SFC para essa carga. O valor mínimo do SFC observado no teste de desempenho para a classe de carga deve ser adotado como o  $SFC_i$  representativo para a classe de carga “i”.

$$SFC_i = \text{minimum} \left( \frac{FC_{BL,i,x}}{P_{BL,i,x}} \right) \quad (1)$$

Onde:

$SFC_i$  é o consumo específico de combustível para a classe de carga “i” (t ou  $m^3$ /t vapor);

$FC_{BL,i,x}$  é o consumo de combustível médio observado para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, para a classe de carga “i” (t ou  $m^3$ );

$P_{BL,i,x}$  é a quantidade média observada de vapor produzido (toneladas de vapor geradas) para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, para a classe de carga “i” (t).

*Etapa 3 a.2: determinação do consumo específico de energia de uma classe de carga “i”*

$$SEC_i = SFC_i \cdot NCV_{BL,FF} \quad (2)$$



Onde:

$SEC_i$  é o consumo específico de energia para a geração de uma tonelada de vapor dentro da classe de carga “i” (GJ/t);

$SFC_i$  é o consumo específico de combustível dentro da classe de carga “i” (t ou m<sup>3</sup>/t), como determinado com o uso da equação (1);

$NCV_{BL,FF}$  é o poder calorífico inferior do combustível fóssil usado na linha de base (GJ/t ou m<sup>3</sup>).

### Caso B: instalação de várias caldeiras

*Etapa 3 b.1: determinação do consumo específico de combustível para cada caldeira “j” por classe de carga “i” dentro do sistema de geração de vapor*

Dentro de cada classe de carga, o menor consumo específico possível de combustível da caldeira será determinado por meio de medições feitas segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas (ASME PTC 4-1998 ou padrão nacional ou internacional equivalente). Esses parâmetros devem corresponder ao ponto de carga em que ocorra o menor consumo específico de combustível:

$$SFC_{i,j} = \text{minimum} \left( \frac{FC_{BL,i,j,x}}{P_{BL,i,j,x}} \right) \quad (3)$$

Onde:

$SFC_{i,j}$  é o consumo específico de combustível mínimo dentro da classe de carga “i” para cada caldeira “j”, como observado nos testes de desempenho (t ou m<sup>3</sup>/t vapor);

$FC_{BL,i,j,x}$  é o consumo de combustível médio observado para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, dentro da classe de carga “i” para cada caldeira “j” (t) ou (m<sup>3</sup>);

$P_{BL,i,j,x}$  é a quantidade média observada de vapor produzido para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, dentro da classe de carga “i” para cada caldeira “j” (t).



*Etapa 3 b.2: determinação do consumo específico de energia dentro da capacidade do sistema de caldeiras para cada caldeira “j” por nível de carga “i”*

$$SEC_{i,j} = SFC_{i,j} \cdot NCV_{BL,FF} \quad (4)$$

Onde:

$SEC_{i,j}$  é o menor consumo específico de energia dentro da classe de carga “i” para cada caldeira “j” (GJ/t);

$SFC_{i,j}$  é o menor consumo específico de combustível possível dentro da classe de carga “i” para cada caldeira “j” (t/t ou m<sup>3</sup>/t);

$NCV_{BL,FF}$  é o poder calorífico inferior do combustível fóssil usado na caldeira da linha de base (GJ/t) ou (GJ/m<sup>3</sup>).

*Etapa 3 b.3: determinação do consumo específico de energia do sistema de geração de vapor (por classe de carga)*

O consumo específico de energia ( $SEC_{SYS,k}$ ) da classe de carga “k” de cada sistema de geração de vapor deve ser estimado como a média ponderada de  $SEC_{i,j}$ , estimada na Etapa 3.b.2 acima.  $SEC_{SYS,k}$  é o valor mínimo da média ponderada de  $SEC_{i,j}$  para cada combinação de operação de caldeira possível para essa classe de carga “k” do sistema.

$$SEC_{SYS,k} = \text{minimum} \left( \text{set of } \sum_{j=1}^J SEC_{ij,j} \cdot S_j \right) \quad (5)$$

Onde:

$SEC_{SYS,k}$  é o menor de todos os valores calculados do consumo específico de energia dentro da classe de carga “k” de cada sistema de geração de vapor (GJ/t);

$SEC_{ij,j}$  é o menor consumo específico de energia dentro da classe de carga “ij” da caldeira “j” (GJ/t), como definido pela equação (4), em que “i” corresponde à classe de carga “ij”;

$S_j$  é a porcentagem da carga de cada caldeira “j” que alcança uma produção de vapor da classe de carga “k” do sistema de geração de vapor correspondente;

$J$  é o número de caldeiras no sistema de geração de vapor;

$ij$  é a classe de carga da caldeira “j” que é possível operar na classe “k” do sistema de geração de vapor.  $0 \leq ij \leq k$ , em que  $ij = 0$  corresponde à situação em que a caldeira “j” não está em operação e  $ij = k$  quando somente a caldeira “j” está em operação e as outras caldeiras não;

$(i1...iJ)$  representa todas as combinações possíveis da operação das caldeiras no sistema de geração de vapor para que se alcance uma produção de vapor para a classe de carga “k” do sistema de geração de vapor, isto é,



$$\sum_{j=1}^J ij = k .$$

$$S_j = \frac{ij}{k} \quad (6)$$

OBSERVAÇÃO: consultar, no Anexo II, exemplos do uso da abordagem descrita para estimar o consumo específico de energia do sistema de caldeiras.

#### Etapa 4: cálculo das emissões da linha de base

As emissões da linha de base  $BE_y$  (em tCO<sub>2</sub>/ano) são estimadas do seguinte modo (consultar o Anexo III para maiores detalhes):

$$BE_y = 44/12 \cdot EF_{C,FF,BL} \cdot OXID_{FF,BL} \cdot \sum_t \min^m(P_{PJ,i/k,t,y}, CAP \cdot t) \cdot SEC_{i/k} \quad (7)$$

Onde:

$BE_y$	são as emissões da linha de base resultantes da geração de vapor dentro da capacidade do equipamento da linha de base no ano “y” (t CO <sub>2</sub> /ano);
$P_{PJ,i/k,t,y}$	é a quantidade de vapor gerada durante o período de tempo “t” no ano “y” (tonelada);
$SEC_{i/k}$	é o consumo específico de energia (GJ/t), em que “i” é usado como uma classe de carga no caso de uma instalação com uma única caldeira; e “k” é usado como uma classe de carga de um sistema de geração de vapor no caso de uma instalação com várias caldeiras. Vale para a classe de carga em que $P_{PJ,i/k,t,y}$ se enquadra.
$EF_{C,FF,BL}$	é o fator de emissão de carbono do combustível fóssil da linha de base (tC/GJ);
$OXID_{FF,BL}$	é o fator de oxidação do combustível fóssil da linha de base;
$44/12$	é a razão entre o peso molecular do CO <sub>2</sub> e peso molecular do carbono.

Conquanto a implementação da atividade do projeto possa acarretar o aumento da capacidade do sistema de geração de vapor, as emissões da linha de base ficam limitadas pela capacidade máxima do sistema de geração de vapor da linha de base (CAP).

#### **Emissões do projeto**

As emissões de CO<sub>2</sub> do consumo de combustível fóssil na atividade do projeto ( $PE_y$ ) devem ser calculadas com o uso da última versão aprovada da “Ferramenta para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> do projeto ou das fugas decorrentes da queima de



combustíveis fósseis”, em que o processo  $j$  da ferramenta corresponde à queima de combustíveis fósseis na atividade do projeto para a geração de vapor nas caldeiras.

### Fugas<sup>5</sup>

As fugas podem resultar da extração, processamento, liquefação, transporte, regasificação e distribuição de combustíveis fósseis fora do limite do projeto. Abrangem principalmente as emissões fugitivas de CH<sub>4</sub> e as emissões de CO<sub>2</sub> da queima de combustível. Nesta metodologia, as seguintes fontes de emissões das fugas devem ser consideradas:

- Emissões fugitivas de CH<sub>4</sub> associadas com a extração, processamento, liquefação, transporte, regasificação e distribuição do gás natural usado na atividade do projeto e dos combustíveis fósseis usados na ausência da atividade do projeto.
- Caso o GNL seja usado na usina: as emissões de CO<sub>2</sub> da queima de combustível/consumo de eletricidade associadas com a liquefação, transporte, regasificação e compressão em um sistema de transmissão ou distribuição de gás natural.

As emissões das fugas são calculadas da seguinte forma:

$$LE_y = LE_{CH_4,y} + LE_{LNG,CO_2,y} \quad (8)$$

Onde:

- $LE_y$  são as emissões das fugas no ano  $y$  (tCO<sub>2</sub>e);
- $LE_{CH_4,y}$  são as emissões das fugas decorrentes das emissões fugitivas de CH<sub>4</sub> da exploração e produção no ano  $y$  (tCO<sub>2</sub>e);
- $LE_{LNG,CO_2,y}$  são as emissões das fugas decorrentes da queima de combustível fóssil/consumo de eletricidade associados com a liquefação, transporte, regasificação e compressão do GNL em um sistema de transmissão ou distribuição de gás natural durante o ano  $y$  (tCO<sub>2</sub>e).

### Emissões fugitivas de metano

Para estimar as emissões fugitivas de CH<sub>4</sub>, os participantes do projeto devem multiplicar a quantidade de combustível fóssil consumida pela atividade do projeto no ano “ $y$ ” por um fator de emissão para as emissões fugitivas de CH<sub>4</sub> ( $EF_{PJ,upstream,CH_4}$ ) decorrentes do consumo de combustível fóssil e subtrair as emissões provenientes de combustíveis fósseis usados na ausência da atividade do projeto, como indicado abaixo:

<sup>5</sup> As fugas devem ser calculadas segundo o procedimento descrito na última versão da metodologia de linha de base e monitoramento aprovada AM0029.



$$LE_{CH_4,y} = (FC_{PJ,y} \cdot NCV_{PJ,y} \cdot EF_{PJ,upstream,CH_4} - FC_{BL,y} \cdot EF_{BL,upstream,CH_4}) \cdot GWP_{CH_4} \quad (9)$$

Onde:

$LE_{CH_4,y}$  são as emissões das fugas decorrentes das emissões fugitivas de  $CH_4$  da exploração e produção no ano “y” ( $tCO_2e$ );

$FC_{PJ,y}$  é a quantidade de combustível fóssil queimada na usina do projeto durante o ano “y” (t ou  $m^3$ ), monitorada como descrito na “Ferramenta para calcular as emissões de  $CO_2$  do projeto ou das fugas decorrentes da queima de combustíveis fósseis”;

$NCV_{PJ,y}$  é o poder calorífico inferior médio do combustível fóssil queimado durante o ano “y” (GJ/t ou GJ/ $m^3$ ), monitorado como descrito na “Ferramenta para calcular as emissões de  $CO_2$  do projeto ou das fugas decorrentes da queima de combustíveis fósseis”;

$EF_{PJ,upstream,CH_4}$  é o fator de emissão para as emissões fugitivas de  $CH_4$ , da exploração e produção, relacionadas com o combustível fóssil usado na atividade do projeto, decorrentes da produção, transporte, distribuição e, no caso do GNL, liquefação, transporte, regasificação e compressão em um sistema de transmissão ou distribuição ( $tCH_4$  por GJ de combustível fornecido aos consumidores finais);

$FC_{BL,y}$  é o combustível fóssil que teria sido queimado na ausência da atividade do projeto durante o ano “y” (GJ);

$EF_{BL,upstream,CH_4}$  é o fator de emissão para as emissões fugitivas de  $CH_4$  da exploração e produção associadas com o combustível fóssil da linha de base usado na produção, transporte, distribuição e, no caso do GNL, liquefação, transporte, regasificação e compressão em um sistema de transmissão ou distribuição ( $tCH_4$  por GJ de combustível fornecido aos consumidores finais);

$GWP_{CH_4}$  é o Potencial de Aquecimento Global do metano, válido para o período de compromisso em questão. Usar o valor 21 para o primeiro período de compromisso.

$$FC_{BL,y} = \sum_t \min^m (P_{PJ,i/k,t,y}, CAP \cdot t) \cdot SEC_{i/k} \quad (10)$$

Quando houver dados nacionais confiáveis e precisos sobre as emissões fugitivas de  $CH_4$  associadas com a produção e, no caso do gás natural, com o transporte e distribuição de combustíveis, os participantes do projeto devem usar esses dados para determinar os fatores de emissão médios, dividindo a quantidade total de emissões de  $CH_4$  pela quantidade de combustível produzido ou fornecido, respectivamente. Quando não houver esses dados, os participantes do projeto devem usar os valores fornecidos na Tabela 2: “Fatores de emissão padrão para as emissões fugitivas de  $CH_4$  da exploração e produção” da última versão da AM0029.



**Tabela 2. Fatores de emissão padrão para as emissões fugitivas de CH<sub>4</sub> da exploração e produção**

Atividade	Unidade	Fator de emissão padrão	Referência para a faixa de fatores de emissão subjacente do Volume 3 das Diretrizes Revisadas do IPCC de 1996
<b>Carvão mineral</b>			
Minas subterrâneas	t CH <sub>4</sub> / kt carvão	13,4	Equações 1 e 4, p. 1.105 e 1.110
Minas de superfície	t CH <sub>4</sub> / kt carvão	0,8	Equações 2 e 4, p. 1.108 e 1.110
<b>Petróleo</b>			
Produção	t CH <sub>4</sub> / PJ	2,5	Tabelas 1-60 a 1-64, p. 1.129 - 1.131
Transporte, refino e armazenagem	t CH <sub>4</sub> / PJ	1,6	Tabelas 1-60 a 1-64, p. 1.129 - 1.131
Total	t CH <sub>4</sub> / PJ	4,1	
<b>Gás natural</b>			
<i><b>EUA e Canadá</b></i>			
Produção	t CH <sub>4</sub> / PJ	72	Tabela 1-60, p. 1.129
Processamento, transporte e distribuição	t CH <sub>4</sub> / PJ	88	Tabela 1-60, p. 1.129
Total	t CH <sub>4</sub> / PJ	160	
<i><b>Europa Oriental e antiga URSS</b></i>			
Produção	t CH <sub>4</sub> / PJ	393	Tabela 1-61, p. 1.129
Processamento, transporte e distribuição	t CH <sub>4</sub> / PJ	528	Tabela 1-61, p. 1.129
Total	t CH <sub>4</sub> / PJ	921	
<i><b>Leste Europeu</b></i>			
Produção	t CH <sub>4</sub> / PJ	21	Tabela 1-62, p. 1.130
Processamento, transporte e distribuição	t CH <sub>4</sub> / PJ	85	Tabela 1-62, p. 1.130
Total	t CH <sub>4</sub> / PJ	105	
<i><b>Outros países exportadores de petróleo / Restante do mundo</b></i>			
Produção	t CH <sub>4</sub> / PJ	68	Tabelas 1-63 e 1-64, p. 1.130 e 1.131
Processamento, transporte e distribuição	t CH <sub>4</sub> / PJ	228	Tabelas 1-63 e 1-64, p. 1.130 e 1.131
Total	t CH <sub>4</sub> / PJ	296	
Observação: os fatores de emissão desta tabela foram derivados dos fatores de emissão padrão do Nível 1 do IPCC, fornecidos no Volume 3 das Diretrizes Revisadas do IPCC de 1996, calculando-se a média da faixa de fatores de emissão padrão fornecida.			

Quando forem usados os valores padrão desta tabela, os fatores de emissão do gás natural para o local da atividade do projeto deverão ser usados. Os valores para os Estados Unidos e Canadá podem ser usados nos casos em que se possa demonstrar que o elemento pertinente do sistema (produção de gás e/ou processamento/transmissão/distribuição) é predominantemente recente e foi construído e operado de acordo com padrões internacionais.

Como as emissões fugitivas da exploração e produção de carvão mineral dependem da fonte (minas subterrâneas ou de superfície), os participantes do projeto devem usar o fator de emissão que corresponda à fonte predominante (subterrânea ou de superfície) usada pelas usinas elétricas a carvão na região.

Observe-se, ainda, que, no caso do carvão mineral, o fator de emissão é fornecido com base em uma unidade de massa e precisa ser convertido em unidade de energia, levando-se em conta o poder calorífico inferior do carvão mineral.



As emissões da exploração e produção que ocorreram, a partir de 1º de janeiro de 2008, nos países no Anexo I que ratificaram o Protocolo de Quioto devem ser excluídas, se tecnicamente possível, do cálculo das fugas.

Quando os efeitos líquidos das fugas forem negativos ( $LE_{CH_4,y} < 0$ ), os participantes do projeto devem supor que  $LE_{CH_4,y} = 0$ .

### Emissões de CO<sub>2</sub> do GNL

Se for o caso, as emissões de CO<sub>2</sub> da queima de combustível/consumo de eletricidade associadas com a liquefação, transporte, regasificação e compressão do GNL em um sistema de transmissão ou distribuição de gás natural ( $LE_{LNG,CO_2,y}$ ) devem ser estimadas multiplicando-se a quantidade de gás natural queimada no projeto por um fator de emissão adequado, como indicado a seguir:

$$LE_{LNG,CO_2,y} = FC_{PJ,y} \cdot NCV_y \cdot EF_{CO_2,upstream,LNG} \quad (11)$$

Onde:

$LE_{LNG,CO_2,y}$	são as emissões das fugas decorrentes da queima de combustível fóssil/consumo de eletricidade associados com a liquefação, transporte, regasificação e compressão do GNL em um sistema de transmissão ou distribuição de gás natural durante o ano “y” (tCO <sub>2</sub> e);
$FC_{PJ,y}$	é a quantidade de gás natural queimada na usina do projeto durante o ano “y” (m <sup>3</sup> ), monitorada conforme descrito na “Ferramenta para calcular as emissões de CO <sub>2</sub> do projeto ou das fugas decorrentes da queima de combustíveis fósseis”;
$NCV_y$	é o poder calorífico inferior médio do gás natural queimado durante o ano “y” em GJ/m <sup>3</sup> , monitorado conforme descrito na “Ferramenta para calcular as emissões de CO <sub>2</sub> do projeto ou das fugas decorrentes da queima de combustíveis fósseis”;
$EF_{CO_2,upstream,LNG}$	é o fator de emissão para as emissões de CO <sub>2</sub> da exploração e produção decorrentes da queima de combustível fóssil/consumo de eletricidade associados com a liquefação, transporte, regasificação e compressão do GNL em um sistema de transmissão ou distribuição de gás natural (tCO <sub>2</sub> /GJ combustível).

Quando houver dados confiáveis e precisos sobre as emissões de CO<sub>2</sub> da exploração e produção, decorrentes da queima de combustível fóssil/consumo de eletricidade associados com a liquefação, transporte, regasificação e compressão do GNL em um sistema de transmissão ou distribuição de gás natural, os participantes do projeto devem usar esses dados para determinar um fator de emissão médio. Quando não houver esses



dados, os participantes do projeto podem adotar o valor padrão de 6 tCO<sub>2</sub>/TJ como valor aproximado.

### Reduções de emissão

As reduções de emissão são calculadas do seguinte modo:

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad (12)$$

Onde:

- $ER_y$  são as reduções de emissão da atividade do projeto durante o ano “y” (t CO<sub>2</sub>e);
- $BE_y$  são as emissões da linha de base durante o ano “y” (t CO<sub>2</sub>e);
- $PE_y$  são as emissões do projeto durante o ano “y” (t CO<sub>2</sub>e);
- $LE_y$  são as emissões das fugas no ano “y” (t CO<sub>2</sub>e).

Como afirmado na seção das condições de aplicabilidade, as reduções de emissão só podem ser reivindicadas para o período de tempo que não exceda a vida útil remanescente do equipamento existente. Além disso, as reduções de emissão são reivindicadas apenas para cada ano do período de obtenção de créditos (intervalos de monitoramento) em que a qualidade do vapor permanece a mesma e o consumo de combustível de partida permanece dentro do limite permitido.

### Mudanças necessárias para a implementação da metodologia no segundo e terceiro períodos de obtenção de créditos

Na fase de validação, a vida útil remanescente das caldeiras existentes é determinada conforme descrito na seção do “Procedimento para estimar a vida útil remanescente do equipamento contido no limite do projeto”. Se a vida útil remanescente das caldeiras existentes tiver sido determinada como sendo superior a 20 anos, os participantes do projeto podem optar por usar um período de obtenção de créditos renovável. Para solicitar a renovação de um período de obtenção de créditos e a fim de atender as condições de aplicabilidade, os participantes do projeto devem realizar uma avaliação das normas nacionais/locais e seu cumprimento no que concerne a substituição, modernização ou exigências de eficiência do equipamento em questão.

### Dados e parâmetros não monitorados

Os seguintes dados e parâmetros constam desta metodologia mas não precisam ser monitorados durante o período de obtenção de créditos. Esses dados e parâmetros descrevem, principalmente, o equipamento da linha de base. Como o cálculo das emissões da linha de base é feito com base em diferentes classes de carga, a introdução de classes de carga deve ser conduzida com cuidado, levando-se em conta as condições específicas do projeto, como as flutuações esperadas na produção de vapor.



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

Com base em normas reconhecidas (ASME PTC 4-1998 ou padrões nacionais e internacionais equivalentes), a incerteza de cada parâmetro deve ser calculada, gerando os três valores seguintes:

- Resultado dos testes mais incerteza
- Resultado dos testes
- Resultado dos testes menos incerteza

Para cada parâmetro, as tabelas abaixo especificam qual dos três valores (resultado dos testes mais incerteza, resultado dos testes ou resultado dos testes menos incerteza) deve ser usado para outros cálculos.

A determinação de todos os parâmetros deve ser conduzida em um período de três meses antes da submissão do MDL-DCP à EOD.

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	<i>CAP</i>
Unidade do dado:	t/h
Descrição:	Carga (capacidade) máxima de longo prazo da caldeira ou sistema de geração de vapor (toneladas de vapor produzido por hora com carga total).
Fonte do dado:	Medição real ou análise técnica do sistema, o valor que for mais baixo. Usar o resultado dos testes menos incerteza para os cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medição segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998.
Comentário:	Necessário para limitar as emissões da linha de base.

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	Classe de carga “i” da caldeira
Unidade do dado:	Faixa, t/h
Descrição:	Classe de carga da caldeira
Fonte do dado:	Determinado pelos participantes do projeto: a variação da carga da caldeira do não funcionamento à carga total é subdividida em intervalos menores, cada um descrito por um limite superior e um limite inferior.
Procedimentos de medição (se houver):	-
Comentário:	Os participantes do projeto têm liberdade para introduzir qualquer número de classes de carga (também apenas uma classe de carga). Observação: quanto mais classes de carga são



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

	introduzidas, mais precisos são os cálculos das reduções de emissão. Ao mesmo tempo, o cálculo de emissões se torna mais trabalhoso.
--	--

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	Classe de carga “i”, “j” da caldeira
Unidade do dado:	Faixa, t/h
Descrição:	Classes de carga da caldeira, no caso de instalações com várias caldeiras. Para cada caldeira “j”, classes de carga “i” são introduzidas.
Fonte do dado:	Determinado pelos participantes do projeto: a variação da carga da caldeira do não funcionamento à carga total é subdividida em intervalos menores, cada um descrito por um limite superior e um limite inferior.
Procedimentos de medição (se houver):	-
Comentário:	Os participantes do projeto têm liberdade para introduzir qualquer número de classes de carga (também apenas uma classe de carga). Observação: quanto mais classes de carga são introduzidas, mais precisos são os cálculos das reduções de emissão. Ao mesmo tempo, o cálculo de emissões se torna mais trabalhoso.

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	Classe de carga “k” do sistema de vapor
Unidade do dado:	Faixa, t/h
Descrição:	Classe de carga do sistema de vapor
Fonte do dado:	Determinado pelos participantes do projeto: com a combinação das classes de carga “i” de cada caldeira “j” obtêm-se as classes de carga do sistema de vapor, cada um descrito por um limite superior e um limite inferior.
Procedimentos de medição (se houver):	-
Comentário:	As classes de carga do sistema de vapor decorrem automaticamente de qualquer combinação possível das classes de carga “i” de cada caldeira “j”.



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	$FC_{BL,i,x}$
Unidade do dado:	t ou $m^3$
Descrição:	Consumo médio de combustível observado para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, para a classe de carga “i”
Fonte do dado:	Medições reais. Usar o resultado dos testes menos incerteza nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medições segundo normas e diretrizes internacionais ou nacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998. A medição deve ser realizada juntamente com a medição de $P_{BL,i,x}$ . O momento e as condições da medição devem ser escolhidos de forma que se obtenham resultados passíveis de repetição sob condições de maior estabilidade possível na operação da caldeira. A medição deve ser executada para cada classe de carga no ponto de carga, onde se espera o menor consumo específico de combustível. A escolha do ponto de carga para a medição de $FC_{BL,i,x}$ e $P_{BL,i,x}$ deve ser justificada por uma série de medições, informações fornecidas pelo fabricante que possam ser confirmadas ou circunstâncias condicionadas à construção. A medição em si deve ser repetida duas vezes. O resultado da medição será válido se a repetitividade for obtida em três medições. A repetitividade ocorrerá se o segundo e terceiro resultados dos testes estiverem na faixa de incerteza da primeira medição. A incerteza deve ser determinada segundo a norma consultada. Nesse caso, o valor médio das três medições menos a incerteza subjacente deve ser usado para outros cálculos.
Comentário:	

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	$FC_{BL,i,j,x}$ (instalações de várias caldeiras)
Unidade do dado:	t ou $m^3$
Descrição:	Consumo médio de combustível observado para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, dentro da classe de carga “i” para cada caldeira “j”.
Fonte do dado:	Medições reais. Usar o resultado dos testes menos incerteza nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medições segundo normas e diretrizes internacionais ou nacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998. A medição deve ser realizada juntamente com a medição de $P_{BL,i,x}$ . O momento e as condições da medição devem ser escolhidos de forma que se obtenham resultados passíveis de repetição sob



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

	<p>condições de maior estabilidade possível na operação da caldeira. A medição deve ser executada para cada classe de carga no ponto de carga, onde se espera o menor consumo específico de combustível. A escolha do ponto de carga para a medição de <math>FC_{BL,i,x}</math> e <math>P_{BL,i,x}</math> deve ser justificada por uma série de medições, informações fornecidas pelo fabricante que possam ser confirmadas ou circunstâncias condicionadas à construção. A medição em si deve ser repetida duas vezes. O resultado da medição será válido se a repetitividade for obtida em três medições. A repetitividade ocorrerá se o segundo e terceiro resultados dos testes estiverem na faixa de incerteza da primeira medição. A incerteza deve ser determinada segundo a norma consultada. Nesse caso, o valor médio das três medições menos a incerteza subjacente deve ser usado para outros cálculos.</p>
Comentário:	

Número de identificação:	-
Parâmetro:	$P_{BL,i,x}$
Unidade do dado:	t
Descrição:	Quantidade média observada de vapor produzido (toneladas de vapor gerado) para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, para a classe de carga “i”.
Fonte do dado:	Medições reais. Usar o resultado dos testes menos incerteza nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medições segundo normas e diretrizes internacionais ou nacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998. A medição deve ser realizada juntamente com a medição de $FC_{BL,i,x}$ . O momento e as condições da medição devem ser escolhidos de forma que se obtenham resultados passíveis de repetição sob condições de maior estabilidade possível na operação da caldeira. A medição deve ser executada para cada classe de carga no ponto de carga, onde se espera o menor consumo específico de combustível. A escolha do ponto de carga para a medição de $FC_{BL,i,x}$ e $P_{BL,i,x}$ deve ser justificada por uma série de medições, informações fornecidas pelo fabricante que possam ser confirmadas ou circunstâncias condicionadas à construção. A medição em si deve ser repetida duas vezes. O resultado da medição será válido se a repetitividade for obtida em três medições. A repetitividade ocorrerá se o segundo e terceiro resultados dos testes estiverem na faixa de incerteza da primeira medição. A incerteza deve ser determinada segundo a norma consultada. Nesse caso, o valor médio das três medições menos a incerteza subjacente deve ser usado para outros cálculos.
Comentário:	



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	$P_{BL,i,j,x}$ (instalações de várias caldeiras)
Unidade do dado:	t
Descrição:	Quantidade média observada de vapor produzido para a carga x, com o uso de testes de desempenho repetidos para essa carga, dentro da classe de carga “i” para cada caldeira “j”.
Fonte do dado:	Medições reais. Usar o resultado dos testes menos incerteza nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medições segundo normas e diretrizes internacionais ou nacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998. A medição deve ser realizada juntamente com a medição de $FC_{BL,i,x}$ . O momento e as condições da medição devem ser escolhidos de forma que se obtenham resultados passíveis de repetição sob condições de maior estabilidade possível na operação da caldeira. A medição deve ser executada para cada classe de carga no ponto de carga, onde se espera o menor consumo específico de combustível. A escolha do ponto de carga para a medição de $FC_{BL,i,x}$ e $P_{BL,i,x}$ deve ser justificada por uma série de medições, informações fornecidas pelo fabricante que possam ser confirmadas ou circunstâncias condicionadas à construção. A medição em si deve ser repetida duas vezes. O resultado da medição será válido se a repetitividade for obtida em três medições. A repetitividade ocorrerá se o segundo e terceiro resultados dos testes estiverem na faixa de incerteza da primeira medição. A incerteza deve ser determinada segundo a norma consultada. Nesse caso, o valor médio das três medições menos a incerteza subjacente deve ser usado para outros cálculos.
Comentário:	

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	$NCV_{FF,BL}$
Unidade do dado:	GJ/t ou GJ/m <sup>3</sup>
Descrição:	Poder calorífico inferior do combustível fóssil usado na caldeira da linha de base.
Fonte do dado:	Dados medidos ou locais devem ser usados. Na ausência desses dados, devem ser usados dados regionais e, caso inexistentes, os padrões do IPCC obtidos da versão mais recente das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.
Procedimentos de medição (se houver):	Medições de acordo com as melhores práticas internacionais.
Comentário:	



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	<i>EF<sub>C,FF,BL</sub></i>
Unidade do dado:	tC/GJ
Descrição:	Fator de emissão de carbono do combustível fóssil usado na caldeira da linha de base.
Fonte do dado:	Dados medidos ou locais devem ser usados. Na ausência desses dados, devem ser usados dados regionais e, caso inexistentes, os padrões do IPCC obtidos da versão mais recente das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.
Procedimentos de medição (se houver):	Medições de acordo com as melhores práticas internacionais.
Comentário:	

Número de identificação:	-
<b>Parâmetro:</b>	<i>OXID<sub>FF,BL</sub></i>
Unidade do dado:	Fração
Descrição:	Fator de oxidação do combustível fóssil usado na caldeira da linha de base.
Fonte do dado:	Dados medidos ou locais devem ser usados. Na ausência desses dados, devem ser usados dados regionais e, caso inexistentes, os padrões do IPCC obtidos da versão mais recente das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.
Procedimentos de medição (se houver):	Medições de acordo com as melhores práticas internacionais.
Comentário:	

<b>Parâmetro:</b>	<i>PRESS<sub>BL,MIN</sub></i>
Unidade do dado:	bar
Descrição:	Menor pressão medida do vapor gerado durante a determinação do consumo específico de energia.
Fonte do dado:	Medição. Usar o resultado dos testes nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medição segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998.
Comentário:	



<b>Parâmetro:</b>	$PRESS_{BL,MAX}$
Unidade do dado:	bar
Descrição:	Maior pressão medida do vapor gerado durante a determinação do consumo específico de energia.
Fonte do dado:	Medição. Usar o resultado dos testes nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medição segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998.
Comentário:	

<b>Parâmetro:</b>	$TEMP_{BL,MIN}$
Unidade do dado:	K
Descrição:	Menor temperatura medida do vapor gerado durante a determinação do consumo específico de energia.
Fonte do dado:	Medição. Usar o resultado dos testes nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medição segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998.
Comentário:	Necessário somente no caso de vapor superaquecido.

<b>Parâmetro:</b>	$TEMP_{BL,MAX}$
Unidade do dado:	K
Descrição:	Maior temperatura medida do vapor gerado durante a determinação do consumo específico de energia.
Fonte do dado:	Medição. Usar o resultado dos testes nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver):	Medição segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998.
Comentário:	Necessário somente no caso de vapor superaquecido.

### III. METODOLOGIA DE MONITORAMENTO

#### Procedimentos de monitoramento

Os dados seguintes precisam ser monitorados durante todo o período de obtenção de créditos.

Para o monitoramento das emissões do projeto decorrentes da queima de combustíveis fósseis na atividade do projeto, as orientações fornecidas na última versão aprovada da “Ferramenta para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> do projeto ou das fugas decorrentes da queima de combustíveis fósseis” devem ser aplicadas.

As emissões da linha de base são calculadas com o uso dos seguintes dados:

- Geração de vapor



Com base em normas reconhecidas (como ASME PTC 4-1998), a incerteza de cada parâmetro deve ser calculada, gerando os três valores seguintes:

- Resultado dos testes mais incerteza
- Resultado dos testes
- Resultado dos testes menos incerteza

Para cada parâmetro, as tabelas apresentadas abaixo especificam qual dos três valores (resultado dos testes mais incerteza, resultado dos testes ou resultado dos testes menos incerteza) deve ser usado na realização dos demais cálculos.

### Dados e parâmetros monitorados

<b>Dado/Parâmetro:</b>	$P_{PJ,i,y}$
Unidade do dado:	t/ano
Descrição:	Vapor gerado no ano “y” subdividido em classes de carga no caso de instalações de uma única caldeira.
Fonte do dado:	Medição, cálculo. Usar o resultado dos testes menos incerteza nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver)	Medição (a cada 15 minutos) da taxa do fluxo de massa do vapor gerado (t/h), segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998. A geração de vapor é alocada à classe de carga correspondente mediante a comparação da taxa do fluxo de massa medida com a faixa das classes de carga. Determina-se a quantidade de vapor gerada, multiplicando-se o valor de cada 15 minutos por 0,25 hora. Ao final de cada ano, a geração de vapor em cada classe de carga é agregada.
Frequência do monitoramento	A cada 15 minutos, alocado e agregado em classes de carga.
Procedimentos de GQ/CQ:	Os instrumentos de medição devem ser submetidos a um regime de manutenção e testes periódicos, segundo os padrões nacionais/internacionais apropriados.
Comentário:	



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

<b>Dado/Parâmetro:</b>	$P_{PJ,k,y}$
Unidade do dado:	t/ano
Descrição:	Vapor gerado no ano “y” subdividido em classes de carga no caso de instalações de várias caldeiras.
Fonte do dado:	Medição, cálculo. Usar o resultado dos testes menos incerteza nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver)	Medição (a cada 15 minutos) da taxa do fluxo de massa do vapor gerado (t/h), segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998. A geração de vapor é alocada à classe de carga correspondente mediante a comparação do fluxo de massa medido com a faixa das classes de carga. Determina-se a quantidade de vapor gerada, multiplicando-se o valor de cada 15 minutos por 0,25 hora. Ao final de cada ano, a geração de vapor em cada classe de carga é agregada.
Frequência do monitoramento	A cada 15 minutos, alocado e agregado em classes de carga.
Procedimentos de GQ/CQ:	Os instrumentos de medição devem ser submetidos a um regime de manutenção e testes periódicos, segundo os padrões nacionais/internacionais apropriados.
Comentário:	

<b>Dado/Parâmetro:</b>	$EF_{PJ,upstream,CH4}$
Unidade do dado:	t CH <sub>4</sub> /GJ combustível
Descrição:	Fator de emissão para as emissões fugitivas de metano da exploração e produção do combustível fóssil usado na atividade de projeto, decorrentes da produção, transporte, distribuição e, no caso do GNL, liquefação, transporte, regasificação e compressão em um sistema de transmissão ou distribuição, em tCH <sub>4</sub> por GJ de combustível fornecido aos consumidores finais.
Fonte do dado:	Dados locais devem ser usados. Na ausência desses dados, devem ser usados dados regionais e, caso inexistentes, os padrões do IPCC obtidos da versão mais recente das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.
Procedimentos de medição (se houver)	
Frequência do monitoramento	Anual
Procedimentos de GQ/CQ:	
Comentário:	Consultar a versão mais recente da AM0029 para maiores informações.



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

<b>Dado/Parâmetro:</b>	$EF_{BL,upstream,CH_4}$
Unidade do dado:	t CH <sub>4</sub> /GJ combustível
Descrição:	Fator de emissão para as emissões fugitivas de metano do combustível fóssil usado no equipamento da linha de base para a produção, transporte, distribuição e, no caso do GNL, liquefação, transporte, regasificação e compressão em um sistema de transmissão ou distribuição, em tCH <sub>4</sub> por GJ de combustível fornecido aos consumidores finais.
Fonte do dado:	Dados locais devem ser usados. Na ausência desses dados, devem ser usados dados regionais e, caso inexistentes, os padrões do IPCC obtidos da versão mais recente das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.
Procedimentos de medição (se houver)	
Frequência do monitoramento	Anual
Procedimentos de GQ/CQ:	
Comentário:	Consultar a versão mais recente da AM0029 para maiores informações.

<b>Dado/Parâmetro:</b>	$EF_{CO_2,upstream,LNG}$
Unidade do dado:	t CO <sub>2</sub> /GJ combustível
Descrição:	Fator de emissão para as emissões de CO <sub>2</sub> da exploração e produção decorrentes da queima de combustível fóssil/consumo de eletricidade associadas com a liquefação, transporte, regasificação e compressão do GNL em um sistema de transmissão ou distribuição de gás natural.
Fonte do dado:	Dados locais devem ser usados. Na ausência desses dados, devem ser usados dados regionais e, caso inexistentes, os padrões do IPCC obtidos da versão mais recente das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.
Procedimentos de medição (se houver)	
Frequência do monitoramento	Anual
Procedimentos de GQ/CQ:	
Comentário:	Consultar a versão mais recente da AM0029 para maiores informações.



MDL – Conselho Executivo

AM0056/Versão 1

Escopo setorial: 1

33ª reunião do Conselho Executivo

<b>Dado/Parâmetro:</b>	$PRESS_{PJ}$
Unidade do dado:	bar
Descrição:	Pressão do vapor gerado.
Fonte do dado:	Medição. Usar o resultado dos testes nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver)	Medição (a cada 15 minutos), segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998.
Frequência do monitoramento	A cada 15 minutos.
Procedimentos de GQ/CQ:	Os instrumentos de medição devem ser submetidos a um regime de manutenção e testes periódicos, segundo padrões nacionais/internacionais adequados.
Comentário:	

<b>Dado/Parâmetro:</b>	$TEMP_{PJ}$
Unidade do dado:	K
Descrição:	Temperatura do vapor gerado.
Fonte do dado:	Medição. Usar o resultado dos testes nos cálculos.
Procedimentos de medição (se houver)	Medição (a cada 15 minutos), segundo normas e diretrizes internacionais reconhecidas, como ASME PTC 4-1998.
Frequência do monitoramento	A cada 15 minutos.
Procedimentos de GQ/CQ:	Os instrumentos de medição devem ser submetidos a um regime de manutenção e testes periódicos, segundo padrões nacionais/internacionais adequados.
Comentário:	Necessário somente no caso de vapor superaquecido

Para os parâmetros a serem monitorados para o cálculo das emissões do projeto, ver a última versão aprovada da “Ferramenta para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> do projeto ou das fugas decorrentes da queima de combustíveis fósseis”.



## ANEXO I

Etapa 2: determinação das classes de carga da(s) caldeira(s) da linha de base

### **Caso A: instalação de uma única caldeira**

Para uma caldeira com capacidade de carga máxima de longo prazo (capacidade nominal de geração de vapor) de 500 toneladas de vapor por hora, as seguintes classes de carga poderiam ser apresentadas:

Tabela 1: exemplos de classes de carga para uma única caldeira

Classe de carga “i”	Limite inferior	Limite superior
1	0 t/h	100 t/h
2	101 t/h	200 t/h
3	201 t/h	300 t/h
4	301 t/h	400 t/h
5 <sup>6</sup>	401 t/h	500 t/h

### **Caso B: instalação de várias caldeiras**

Tabela 2: exemplo da seleção de classes de carga para um sistema de geração de vapor de várias caldeiras

Sistema de vapor		Limite superior da classe de carga, em que cada classe de carga corresponde a uma faixa de 3 t/h		Limite superior da classe de carga, em que cada classe de carga corresponde a uma faixa de 5 t/h	
Caldeiras	CAP	Válida	Classe de carga não elegível	Válida	Classe de carga não elegível
Caldeira 1	20 t/h	0-3; 3-6; 6-9; 9-12; 12-15; 15-18	18-21	0-5; 5-10; 10-15; 15-20	20-25
Caldeira 2	24 t/h	0-3; 3-6; 6-9; 9-12; 12-15; 15-18; 18-21; 21-24	24-27	0-5; 5-10; 10-15; 15-20	20-25
Caldeira 3	26 t/h	0-3; 3-6; 6-9; 9-12; 12-15; 15-18; 18-21; 21-24	24-27	0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-25	25-30

<sup>6</sup> Neste exemplo, o limite superior final da classe de carga final é a capacidade nominal máxima de geração de vapor da caldeira.



Para melhor ilustrar, supomos que para um sistema de geração de vapor com duas caldeiras (cada uma capaz de produzir CAP de 500 toneladas de vapor por hora), as seguintes classes de carga foram introduzidas.

Tabela 3: ilustração da seleção de classes de carga da caldeira em um sistema de geração de vapor de várias caldeiras

Caldeira “j”	Classe de carga “i”	Limite inferior	Limite superior
1	1	0 t/h	100 t/h
1	2	101 t/h	200 t/h
1	3	201 t/h	300 t/h
1	4	301 t/h	400 t/h
1	5	401 t/h	500 t/h
2	1	0 t/h	100 t/h
2	2	101 t/h	200 t/h
2	3	201 t/h	300 t/h
2	4	301 t/h	400 t/h
2	5	401 t/h	500 t/h

Para calcular as emissões do sistema de vapor da linha de base, classes de carga adicionais para o sistema de geração de vapor têm de ser introduzidas. As classes de carga do sistema são definidas, dividindo-se a carga máxima do sistema pelo número de classes de carga para o sistema.

Tabela 4: níveis de carga resultantes para um sistema de geração de vapor da tabela 4

Classe de carga “k”	Limite inferior	Limite superior
1	0 t/h	100 t/h
2	101 t/h	200 t/h
3	201 t/h	300 t/h
4	301 t/h	400 t/h
5	401 t/h	500 t/h
6	501 t/h	600 t/h
7	601 t/h	700 t/h
8	701 t/h	800 t/h
9	801 t/h	900 t/h
10	901 t/h	1.000 t/h

Por exemplo, a carga do sistema é 1.000 ts/h e está dividida em 10 classes de carga, como mostrado na tabela 4 acima. Para cada classe de carga do sistema, pode haver uma ou mais combinações de operação de cada caldeira em diferentes classes de carga. Por exemplo, para a classe de carga “2” do sistema de caldeiras, pode haver três combinações: caldeira 1 em operação no nível de carga “2” e caldeira 2 fora de operação; ou caldeiras 1 e 2 em operação no nível de carga “1”; ou caldeira 1 fora de



operação e caldeira 2 em operação no nível de carga “2”; essa combinação é demonstrada na tabela 5 abaixo. Cada célula representa a combinação da classe de carga de operação das caldeiras 1 e 2. O número na célula representa a classe de carga “k” do sistema.

Tabela 5: determinação das classes de carga “k” do sistema de geração de vapor, com base nas classes de carga “i”, “k” é o número da matriz

Classes de carga “k” do sistema de vapor		Caldeira 1					
		Fora de operação	Classe de carga 1	Classe de carga 2	Classe de carga 3	Classe de carga 4	Classe de carga 5
Caldeira 2	Fora de operação	-	1	2	3	4	5
	Classe de carga 1	1	2	3	4	5	6
	Classe de carga 2	2	3	4	5	6	7
	Classe de carga 3	3	4	5	6	7	8
	Classe de carga 4	4	5	6	7	8	9
	Classe de carga 5	5	6	7	8	9	10



**ANEXO II**

Determinação do consumo específico de energia no caso de instalação de várias caldeiras

Para ilustrar a estimativa de  $SEC_{SYS,k}$ , toma-se o exemplo das tabelas 4 e 5 acima. A tabela 6 abaixo apresenta um exemplo da estimativa de  $SEC_{SYS,1}$  e  $SEC_{SYS,2}$ . Como se pode ver na tabela, a classe “1” do sistema de geração de vapor pode ser obtida com a combinação das seguintes operações de classes de carga da caldeira:  $\{(1,1), (0,1)\}$ ,  $\{(0,1), (1,2)\}$ . Há apenas duas combinações possíveis. Para a classe “2” do sistema de geração de vapor, há três combinações possíveis:  $\{(2,1), (0,2)\}$ ,  $\{(1,1), (1,2)\}$ ,  $\{(0,1), (2,2)\}$ .

Tabela 6: ilustração da determinação do consumo específico de energia ( $SEC_{SYS,k}$ ) dentro de cada classe de carga “k” do sistema de geração de vapor no caso de duas caldeiras

Classe de carga k (t/h) do sistema de geração de vapor	Classe de carga “i” da caldeira 1	Classe de carga “i” da caldeira 2	Colunas a serem acrescentadas para outras caldeiras, se necessário	$SEC_{SYS,k}$
1:0-50	1	Fora de operação	...	$SEC_{SYS,1}$
	Fora de operação	1	...	$SEC_{SYS,1}$
2:51-100	2	Fora de operação	...	$SEC_{SYS,2}$
	Fora de operação	2	...	$SEC_{SYS,2}$
	1	1	...	$SEC_{SYS,2}$

Logo,  $SEC_{SYS,1}$  e  $SEC_{SYS,2}$  devem ser estimados da seguinte forma:

$$SEC_{SYS,1} = \min \left\{ \left( SEC_{1,1} * \left( \frac{1}{1} \right) + SEC_{0,2} * \left( \frac{0}{1} \right) \right), \left( SEC_{1,0} * \left( \frac{0}{1} \right) + SEC_{1,2} * \left( \frac{1}{1} \right) \right) \right\}$$

$$SEC_{SYS,2} = \min \left\{ \left( SEC_{1,2} * \left( \frac{2}{2} \right) + SEC_{0,2} * \left( \frac{0}{1} \right) \right), \left( SEC_{1,1} * \left( \frac{1}{1} \right) + SEC_{1,2} * \left( \frac{1}{1} \right) \right), \left( SEC_{0,1} * \left( \frac{0}{1} \right) + SEC_{2,2} * \left( \frac{2}{2} \right) \right) \right\}$$



### ANEXO III

Dados necessários para o cálculo das emissões da linha de base segundo a capacidade do equipamento da linha de base

#### **Caso A: instalação de uma única caldeira**

Tabela 7: ilustração dos dados necessários para o cálculo das emissões da linha de base segundo a capacidade do equipamento da linha de base

Classe de carga “i”	Limite inferior exemplificado	Limite superior exemplificado	SEC <sub>i</sub>	P <sub>PJ,i,y</sub>
Como mostrado acima	Ver a Etapa 1	Ver a Etapa 1	Ver a Etapa 3 (Eq. 2)	A ser monitorado durante o período de obtenção de créditos
1	0 t/h	100 t/h	SEC <sub>1</sub>	P <sub>PJ,1,y</sub>
2	101 t/h	200 t/h	SEC <sub>2</sub>	P <sub>PJ,2,y</sub>
3	201 t/h	300 t/h	SEC <sub>3</sub>	P <sub>PJ,3,y</sub>
4	301 t/h	400 t/h	SEC <sub>4</sub>	P <sub>PJ,4,y</sub>
5	401 t/h	500 t/h	SEC <sub>5</sub>	P <sub>PJ,5,y</sub>

#### **Caso B: instalação de várias caldeiras**

Tabela 8: ilustração dos dados necessários para o cálculo das emissões da linha de base segundo a capacidade do equipamento da linha de base

Casse de carga “k”	Limite inferior exemplificado	Limite superior exemplificado	SEC <sub>SYSTEM,k</sub>	P <sub>PJ,k,y</sub>
Como mostrado acima	Como mostrado acima	Como mostrado acima	(Ver a Eq. 9)	A ser monitorado durante o período de obtenção de créditos
1	0 t/h	100 t/h	SEC <sub>SYS,1</sub>	P <sub>PJ,1,y</sub>
2	101 t/h	200 t/h	SEC <sub>SYS,2</sub>	P <sub>PJ,2,y</sub>
3	201 t/h	300 t/h	SEC <sub>SYS,3</sub>	P <sub>PJ,3,y</sub>
...	...	...	...	...
10	901 t/h	1.000 t/h	SEC <sub>SYS,10</sub>	P <sub>PJ,10,y</sub>